ECONSTOR
Make Your Publications Visible.

A Service of

ZBW Leibniz-Informationszentrum Wirtschaft
Leibniz Information Centre for Economics

Arango, Lucas Gustavo; Rosa, Mauricio Benedeti

Working Paper

Compartilhamento de postes no Brasil: Dois modelos microeconômicos para ajudar a entender a ocupação clandestina

Texto para Discussão, No. 2840

Provided in Cooperation with:
Institute of Applied Economic Research (ipea), Brasília

Suggested Citation: Arango, Lucas Gustavo; Rosa, Mauricio Benedeti (2023) : Compartilhamento de postes no Brasil: Dois modelos microeconômicos para ajudar a entender a ocupação clandestina, Texto para Discussão, No. 2840, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), Brasília, https://doi.org/10.38116/td2840

This Version is available at:
https://hdl.handle.net/10419/284896

Standard-Nutzungsbedingungen:

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Terms of use:

Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.

You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.

If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.

https://creativecommons.org/licenses/by/2.5/br/

WWW.ECONSTOR.EU

Mitglied der Leibniz-Gemeinschaft

TEXTO PARA DISCUSSÃO

2840

COMPARTILHAMENTO DE POSTES NO BRASIL: DOIS MODELOS MICROECONÔMICOS PARA AJUDAR A ENTENDER A OCUPAÇÃO CLANDESTINA

LUCAS GUSTAVO ARANGO
MAURICIO BENEDETI ROSA

ipea

TEXTO PARA DISCUSSÃO

2840

Rio de Janeiro, janeiro de 2023

COMPARTILHAMENTO DE POSTES NO BRASIL: DOIS MODELOS MICROECONÔMICOS PARA AJUDAR A ENTENDER A OCUPAÇÃO CLANDESTINA[1,2]

LUCAS GUSTAVO ARANGO[3]
MAURICIO BENEDETI ROSA[4]

1. Os autores agradecem os comentários e sugestões de Eduardo Amaral (Secretaria de Desenvolvimento da Infraestrutura – SDI), Leonardo Tostes (Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira – Inep), Luciano Charlita (Agência Nacional de Telecomunicações – Anatel), Danilo Coelho (Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – Ipea), Matheus Stivali (Ipea), Edison Silva (Ipea) e Rogério Diogne (Universidade Federal Rural do Semi-Árido – Ufersa). Quaisquer erros remanescentes são de responsabilidade dos autores.

2. As contribuições para este trabalho foram feitas da seguinte maneira: Lucas Arango desenvolveu o modelo de equilíbrio parcial e Mauricio Rosa, o modelo baseado na teoria dos jogos.

3. Pesquisador do Subprograma de Pesquisa para o Desenvolvimento Nacional (PNPD) na Diretoria de Estudos e Políticas Setoriais, de Inovação, Regulação e Infraestrutura (Diset) do Ipea.

4. Pesquisador do PNPD na Diset/Ipea.

Governo Federal

Ministério do Planejamento e Orçamento
Ministra Simone Nassar Tebet

ipea **Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada**

Fundação pública vinculada ao Ministério do Planejamento e Orçamento, o Ipea fornece suporte técnico e institucional às ações governamentais – possibilitando a formulação de inúmeras políticas públicas e programas de desenvolvimento brasileiros – e disponibiliza, para a sociedade, pesquisas e estudos realizados por seus técnicos.

Presidenta (substituta)
LUCIANA MENDES SANTOS SERVO

Diretor de Desenvolvimento Institucional (substituto)
SÉRGIO VINÍCIUS MARQUES DO VAL CÔRTES

Diretor de Estudos e Políticas do Estado, das Instituições e da Democracia (substituto)
BERNARDO ABREU DE MEDEIROS

Diretor de Estudos e Políticas Macroeconômicas (substituto)
FRANCISCO EDUARDO DE LUNA ALMEIDA SANTOS

Diretor de Estudos e Políticas Regionais, Urbanas e Ambientais (substituto)
BOLÍVAR PÊGO FILHO

Diretor de Estudos e Políticas Setoriais, de Inovação, Regulação e Infraestrutura (substituto)
EDISON BENEDITO DA SILVA FILHO

Diretora de Estudos e Políticas Sociais (substituta)
ANA LUIZA MACHADO DE CODES

Diretor de Estudos Internacionais (substituto)
FERNANDO JOSÉ DA SILVA PAIVA RIBEIRO

Coordenador-Geral de Imprensa e Comunicação Social
JOÃO CLÁUDIO GARCIA RODRIGUES LIMA

OUVIDORIA: http://www.ipea.gov.br/ouvidoria
URL: http://www.ipea.gov.br

Texto para Discussão

Publicação seriada que divulga resultados de estudos e pesquisas em desenvolvimento pelo Ipea com o objetivo de fomentar o debate e oferecer subsídios à formulação e avaliação de políticas públicas.

© Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – **ipea** 2023

Texto para discussão / Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada.- Brasília : Rio de Janeiro : Ipea , 1990-

ISSN 1415-4765

1.Brasil. 2.Aspectos Econômicos. 3.Aspectos Sociais. I. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada.

CDD 330.908

As publicações do Ipea estão disponíveis para *download* gratuito nos formatos PDF (todas) e EPUB (livros e periódicos). Acesse: http://www.ipea.gov.br/portal/publicacoes

As opiniões emitidas nesta publicação são de exclusiva e inteira responsabilidade dos autores, não exprimindo, necessariamente, o ponto de vista do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada ou do Ministério do Planejamento e Orçamento.

É permitida a reprodução deste texto e dos dados nele contidos, desde que citada a fonte. Reproduções para fins comerciais são proibidas.

JEL: D04; D42; D46; D47; D61; K23; K32; L11; L12; L94; L96.
DOI: http://dx.doi.org/10.38116/td2840

SUMÁRIO

SINOPSE

ABSTRACT

1 INTRODUÇÃO 6

2 REVISÃO DE LITERATURA 8

3 MODELO DE EQUILÍBRIO PARCIAL: REFLEXÕES SOBRE INCENTIVOS ECONÔMICOS E RECURSOS FINANCEIROS DESTINADOS À MODICIDADE TARIFÁRIA 14

4 MODELO DA TEORIA DOS JOGOS EM CENÁRIO COM ESCASSEZ DE PONTOS DE FIXAÇÃO 29

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS 46

REFERÊNCIAS 47

APÊNDICE A – CONSIDERAÇÕES INICIAIS AO MODELO DE EQUILÍBRIO 51

APÊNDICE B – RECOMPENSAS UTILIZADAS NA SIMULAÇÃO ENVOLVENDO TEORIA DOS JOGOS 53

ANEXO – COMPOSIÇÃO DOS CUSTOS INCORRIDOS CONFORME SILVEIRA E ANGELO (2017) 54

SINOPSE

Este trabalho é dividido em duas partes complementares. Na primeira parte, é desenvolvido um modelo de equilíbrio parcial por meio do qual é possível analisar o impacto da modicidade tarifária e da ocupação clandestina dos postes sobre quatro agentes: distribuidoras de energia, operadoras de telecomunicações, clientes de energia e de telecomunicações. Os resultados apurados mostram, para quatro cenários de precificação simulados, os impactos sobre a eficiência econômica e o bem-estar social. Na segunda parte, utilizou-se a teoria dos jogos para analisar o compartilhamento de pontos de fixação de postes entre distribuidoras de energia e operadoras de telecomunicações, em especial a ocupação clandestina de parte das operadoras. As simulações avaliaram tanto cenários extremos como contextos de comportamento adaptativo dos jogadores.

Palavras-chave: bem-estar social; compartilhamento de infraestrutura; compartilhamento de postes; equilíbrio parcial; teoria dos jogos; elétrica; eficiência econômica; incentivos; políticas públicas.

ABSTRACT

This work is divided into two complementary parts. In the first part, we develop a partial equilibrium model, through which it is possible to analyze the influence of tariff modicity and the illegal occupation of poles on four agents: energy distributors, telecommunications operators, and energy and telecommunications customers. The results obtained show, for four simulated pricing scenarios, the impacts on economic efficiency and social welfare. In the second part, game theory was used to analyze pole sharing between energy distributors and telecommunications operators, in particular the illegal occupation of part of the operators. The simulations evaluated both an extreme scenario and also contexts in which players have adaptative behaviour.

Keywords: social welfare; infrastructure sharing; pole sharing; partial equilibrium; game theory; electrical; economic efficiency; incentives; public policy.

1 INTRODUÇÃO

O compartilhamento de infraestrutura é normalmente entendido como um acordo entre dois ou mais participantes, do mesmo setor ou de setores diferentes, para compartilhar determinadas partes de sua infraestrutura para a prestação de serviços. O compartilhamento intersetorial de infraestrutura refere-se amplamente ao compartilhamento de infraestrutura em diferentes setores da economia – por exemplo, pode abranger o uso da mesma ponte para transportar uma rodovia e uma ferrovia através de um rio, ou a colocação de rodovias e linhas de distribuição elétrica nos mesmos corredores. Com a evolução tecnológica, tem ganhado relevância o compartilhamento no setor de telecomunicações, no qual acordos de compartilhamento de rede ocorrem há vários anos – como o compartilhamento de *sites*, torres, entre outros, tendo sido especialmente notáveis para aumentar a cobertura das redes 3G e 4G. A implantação da tecnologia 5G, por sua vez, pode levar a um novo crescimento no número de acordos de compartilhamento (Garza, Rodríguez e Zaballos, 2020; Macmillan Keck, 2017).

Embora o compartilhamento de infraestrutura tenha muitos benefícios associados, há também inúmeros desafios para que a relação entre seus participantes seja livre de entreveros significativos. No Brasil, o compartilhamento dos pontos de fixação de postes representa a face mais pronunciada de distintos interesses e incentivos ainda em busca de conformação (Casotti, 2021). Esse caso ilustra alguns dos problemas e desafios que cercam o compartilhamento de infraestrutura em âmbito nacional. Segundo Araújo (2019), nem mesmo a Resolução Conjunta nº 004, de 16 de dezembro de 2014, da Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel) e da Agência Nacional de Telecomunicações (Anatel), conseguiu criar incentivos necessários ao processo de regularização da ocupação dos postes, situação que vem se agravando dia a dia.

O compartilhamento da infraestrutura de postes de distribuição de energia elétrica resulta da confluência de interesses entre setores distintos, energia e telecomunicações, para obter melhor eficiência econômica – evitar a capacidade ociosa e a perda de receita potencial no setor de energia e a impossibilidade de arcar com investimentos proibitivos para a construção de nova infraestrutura, no caso do setor de telecomunicações (Martins *et al.*, 2022). De forma complementar, Urti (2021) sustenta que tal compartilhamento decorre da constatação de relevância da infraestrutura de postes como elementos essenciais para atender tanto as atividades das distribuidoras de energia quanto das operadoras de telecomunicações. Para as operadoras, a infraestrutura é cada vez mais necessária, dada a crescente demanda pelo tráfego de dados, a qual resulta do advento e da acelerada evolução de novas tecnologias, como 4G e 5G.

Problemas associados ao compartilhamento dos pontos de fixação de postes têm sido frequentes. Com a intensa procura por serviços de telecomunicações, tem-se observado a saturação da ocupação dos postes, resultando em ocupação de forma irregular e sem observância às devidas normas de segurança, além de alta participação de empresas com ocupação clandestina, especialmente operadoras de menor porte. Ressalta-se, ainda, a dificuldade na rotina de fiscalização das distribuidoras em coibir tais práticas, em decorrência da extensão da rede e da agressividade competitiva das prestadoras de serviços de telecomunicações (Aneel e Anatel, 2018).

A situação de equilíbrio não satisfatório associado ao compartilhamento de infraestrutura dos pontos de fixação dos postes, conforme Santiago e Lucatelli (2019), pode estar relacionada a distorções na estrutura regulamentar, por exemplo, o regramento de modicidade tarifária, que desincentiva as distribuidoras de energia elétrica a gerir de forma eficiente sua infraestrutura. Como consequência direta, conforme apontam Santiago e Lucatelli (2019, p. 29), muitas operadoras do setor de telecomunicações "observam o comportamento das distribuidoras e, em muitos casos, decidem ocupar a infraestrutura de postes de maneira irregular". Além disso, 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".

O cenário brasileiro ainda oferece outros desafios dignos de nota. Enquanto o número de provedores de banda larga fixa por milhão de assinantes nos Estados Unidos é pouco inferior a vinte, no Brasil essa cifra é superior a quinhentos (Martins *et al*., 2022); além disso, há dispensa de autorização do órgão regulador para a exploração de serviços de telecomunicações para provedores com até 5 mil acessos em serviço. No setor de energia, também é possível citar determinada insegurança jurídica relacionada à efetividade do processo de fiscalização, dado o episódio no qual funcionários de uma distribuidora foram presos pelo corte de cabos de fibra ótica – cabos estes não identificados e que ofereciam risco de segurança à população – que forneciam internet para 28 órgãos do governo local do Distrito Federal.[1]

Está em andamento um processo de atualização da regulamentação do compartilhamento de postes no Brasil proposto pelas agências reguladoras dos respectivos setores. As consultas públicas feitas por ambas no início de 2022 procuram endereçar desafios como a regularização do passivo, a precificação dos pontos de fixação, a unificação de pontos por prestadoras ou grupos econômicos, entre outros. Embora uma solução para as inúmeras adversidades seja urgente, a nova regulamentação não será finalizada em 2022.[2]

1. Disponível em: <http://glo.bo/3icWsN8>. Acesso em: 12 ago. 2022.

2. Disponível em: <https://teletime.com.br/07/03/2022/aneel-prorroga-de-novo-consulta-publica-sobre-compartilhamento-de-postes/>. Acesso em: 16 ago. 2022.

A falta de entendimento quanto a possíveis formas de mitigar os problemas aqui mencionado – inserida num cenário de chegada das tecnologias 5G, as quais demandarão cada vez mais compartilhamento para infraestruturas de suporte –, enseja a aplicação de novas abordagens capazes de lidar com as imperfeições do compartilhamento de infraestrutura em seu modelo atual. O objetivo deste estudo envolve a análise de tal situação sob a ótica da modelagem microeconômica de equilíbrio parcial com quatro agentes – distribuidoras e operadoras e seus respectivos clientes – e do arcabouço da teoria dos jogos, por meio da qual torna-se possível avaliar a interação estratégica entre distribuidoras e operadoras nos cenários das ocupações legal e clandestina, com ou sem fiscalização.

O restante do trabalho está estruturado em quatro seções complementares a esta introdução. A segunda seção inclui uma revisão de literatura contemplando as temáticas de compartilhamento de infraestrutura e teoria dos jogos; a terceira detalha a modelagem de equilíbrio parcial, com simulações e análise de resultados; a quarta apresenta resultados da interação estratégica entre distribuidoras de energia e operadoras de telecomunicações para três localidades distintas do território nacional no âmbito da teoria dos jogos; enquanto a quinta e última seção traz as considerações finais.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Compartilhamento de infraestrutura

A literatura sobre compartilhamento de infraestrutura apresenta alguns modelos com destaque para o termo *unbundling*, como no trabalho de Vargens Filho e Ferreira Júnior (2002), que fornece uma reflexão sobre os desafios e oportunidades abertas com a implantação no Brasil. O termo *unbundling* se refere à desagregação entre produtos e serviços, e o estudo formula uma estratégia de precificação baseada no compartilhamento de cabos de telecomunicações. Ora, a desagregação pode ser uma alternativa de escolha em mercados competitivos; porém, em mercados de monopólio natural, esse compartilhamento deve ser obrigatório. Hausman e Sidak (2005) examinam as justificativas oferecidas pelos reguladores de telecomunicações em todo o mundo para buscar a desagregação obrigatória, e Nillessen e Pollitt (2011) analisam o impacto da desagregação no mercado elétrico da Nova Zelândia sobre as tarifas de energia, qualidade de serviço e custos. O trabalho de Summanen e Arminen (2018) faz uma análise similar de desagregação das atividades de transmissão e distribuição de energia, porém para a Rússia. Em sua pesquisa, Wallsten e Hausladen (2009) afirmam que políticas que promovem a desagregação ou o compartilhamento obrigatório de rede garantirão redes neutras, chegando como resultado a

uma correlação negativa entre o número de conexões compartilhadas e o número de conexões por fibra ótica no estudo realizado.

Um conjunto de trabalhos desenvolvidos pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea), dentro do qual se insere este estudo, tem analisado o compartilhamento de infraestrutura no Brasil. De maneira mais abrangente, Rosa (2022) descreve as principais abordagens técnicas e os modelos de negócio utilizados no compartilhamento de infraestrutura – com foco no setor de telecomunicações –, faz uma revisão da literatura a respeito dos principais benefícios, problemas e desafios que cercam o compartilhamento de infraestrutura e inclui detalhes quanto às dificuldades desse compartilhamento intersetorial no Brasil, dividindo-as setorialmente (telecomunicações e energia – o qual é subdividido em antenas, torres, redes neutras e postes, gás, rodovias e ferrovias, bem como saneamento). Ainda, são elencadas experiências internacionais como *benchmark* no compartilhamento de infraestrutura de telecomunicações e discutidas recomendações para a melhoria do cenário relacionado ao compartilhamento de infraestrutura no Brasil.

Martins, Arango e Kubota (2022) avaliaram o enterramento de infraestrutura de redes dos setores de distribuição de energia e telecomunicações, além de destacar os principais benefícios e detalhar uma análise econômico-financeira para dez regiões brasileiras distintas. Já no tema dos conflitos associados ao compartilhamento de postes, uma abordagem qualitativa é desenvolvida por Martins *et al*. (2022). Ao ressaltar a capacidade do compartilhamento de postes para reduzir os custos das distribuidoras de energia elétrica e das operadoras de telecomunicações, inibido pelos conflitos existentes entre os setores, os autores buscaram identificar as principais causas geradoras de desentendimentos entre ambos quando do compartilhamento. Por meio de entrevistas com agentes dos setores de energia e telecomunicações, entre os diversos fatores destacaram-se questões de: i) governança/regulação inadequadas, como a falta de conhecimento sobre infraestruturas aptas para compartilhamento e a existência de um valor de referência que estimula disputa entre setores; ii) comportamento inadequado – por exemplo, operadoras de "fundo de quintal" e ausência de sanções para as que praticam malfeitos; iii) incentivos inadequados, tais como os percentuais de modicidade tarifária e impostos que incidem sobre o valor do aluguel do ponto; e iv) custos elevados, com regularização do passivo e soluções alternativas (enterramento).

A caracterização dos desafios relacionados ao compartilhamento dos pontos de fixação de postes está presente nos estudos e discussões das agências reguladoras dos setores envolvidos.

> De um lado, os prestadores de serviços de telecomunicações têm muitas vezes ocupado os postes além de sua capacidade, em desconformidade com as normas técnicas e sem aprovação dos detentores da infraestrutura, sem custos por esse

> comportamento. Do outro lado, as distribuidoras de energia elétrica, em que pesem se valerem de remuneração por essa ocupação, não têm feito um controle rigoroso dessa ocupação em larga escala. A dinâmica atual do mercado de compartilhamento de infraestrutura tem gerado várias externalidades negativas para a sociedade, como ocupações que oferecem riscos aos transeuntes, incremento da poluição visual e conflitos entre os agentes, caracterizando, assim, um equilíbrio perverso (Aneel e Anatel, 2020, p. 10).

Em meio às divergências entre os setores de energia e telecomunicações, a atenção quanto ao objeto de pesquisa parece mais voltada a questões relacionadas à precificação do ponto de fixação, as quais seriam responsáveis pelos problemas verificados empiricamente. LCA (2021), sustentando que a regulação incidente sobre o preço de compartilhamento deve ter como intuito a proteção do consumidor e a mitigação das possíveis falhas de mercado, defende que a remuneração pelo uso dos postes deve ser feita na justa medida dos custos incrementais gerados pelo compartilhamento. Utilizando metodologia própria, a consultoria detalha os custos que poderiam compor os preços do aluguel[3] e defende que o preço de referência estabelecido pela Resolução Conjunta nº 4/2014 é mais elevado que o ideal.

Outra vertente coloca a existência de modicidade tarifária como um pilar gerador de distorções nos incentivos associados ao compartilhamento de infraestrutura entre energia e telecomunicações. Segundo Santiago e Lucatelli (2019, p. 2), tal mecanismo de "desconto do reposicionamento da tarifa do setor elétrico, em função da exploração de atividades econômicas acessórias ao objeto da concessão originária", acaba por reduzir "o interesse econômico das distribuidoras de energia em relação à exploração do serviço de compartilhamento de infraestrutura, induzindo diversas ineficiências nesse setor".

Há ainda trabalhos que buscam uma compreensão mais holística do arranjo de compartilhamento, envolvendo as motivações dos agentes, para então propor mudanças regulatórias. Casotti (2021, p. 145) levanta a possibilidade de aplicação de tecnologias responsivas[4] em benefício da efetividade regulatória, por meio das quais "os reguladores têm a chance de reorientar a

3. Fiscalização dos pontos; análise de projetos de compartilhamento; gestão dos contratos; avaliação de conformidade; e tributos incidentes sobre compartilhamento.

4. "A ideia básica remete à busca da conformidade dos agentes regulados por meio da escalabilidade de medidas regulatórias. A proposta consiste em iniciar por ações mais brandas de diálogo e persuasão governamental, na base da pirâmide, evoluindo, em caso de ausência de respostas satisfatórias do regulado, para medidas dissuasórias progressivamente mais severas (...)" (Casotti, 2021, p. 134).

motivação dos regulados e com isso vislumbrar o surgimento de arranjos mais colaborativos de utilização racional e eficiente de postes".

A aplicação da teoria dos jogos sobre o compartilhamento de pontos de fixação de postes ainda é incipiente, mas existem estudos que empregam tal arcabouço em outras simulações de compartilhamento de infraestrutura. Leng, Mansourifard e Krishnamachari (2014), os quais utilizam a teoria para avaliar o compartilhamento de estações rádio base entre dois agentes, argumentam sobre a possibilidade de existir vários equilíbrios de Nash, a depender de parâmetros como forma de pagamento entre os operadores (se exógeno ou endógeno), parâmetros do tráfego de dados e custo da energia, entre outros. Em abordagem semelhante, Bousia *et al*. (2016) propõem o compartilhamento de estações rádio base a partir da desativação daquelas redundantes, que ficariam subutilizadas em momentos de pouco tráfego, como forma de minimizar os custos de cada agente. Empregando ferramentas da teoria dos jogos e funções de custo realistas, conclui-se pela existência de um equilíbrio de estratégia dominante, o qual produz custo mínimo para cada operador, independentemente das ações dos demais.

Em um contexto no qual operadores precisam enfrentar o problema estratégico de investir por conta própria ou compartilhar redes, Cano *et al*. (2016) modelam, por intermédio da teoria dos jogos, o problema estratégico de divisão de custos de coalizões em um cenário de compartilhamento de rede de acesso de rádio e de espectro. Considerando vários operadores com iguais fatias de mercado e espectro alocado, cada coalizão deve explorar todos os recursos de espectro agregados de seus membros e implantar um número de estações rádio base que maximize seu lucro global. Os resultados de simulações com diferentes configurações econômicas e de rede indicam que, para certos intervalos dos custos fracionados por operador, coalizões de pelo menos dois agentes são sempre equilíbrios e que, além disso, equilíbrios de grandes coalizões nunca são Pareto ótimos.

Com relação à utilização da teoria dos jogos em interações estratégicas que envolvem fiscalizações e punições de possíveis infrações legais, dada a ausência de trabalhos com esse arcabouço aplicados ao compartilhamento de postes, esse estudo baseia-se em avaliações envolvendo o emprego de radares para fiscalização de velocidade de veículos. Ocupar clandestinamente um poste seria sinônimo de ultrapassar o limite de velocidade em uma via, cada qual com inúmeros riscos e prejuízos associados, atitudes que se tornam passíveis de fiscalização e punição por atores com a devida atribuição legal.

Um dos primeiros estudos a se destacar nessa abordagem foi desenvolvido por Bjørnskau e Elvik (1992), os quais avaliaram se a aplicação de leis de trânsito pode reduzir permanentemente o número de acidentes provocados, por exemplo, pelo excesso de velocidade dos motoristas.

Os autores partem de um modelo com pressuposições nas quais a velocidade escolhida pelos motoristas é determinada tanto pelas suas possíveis recompensas como pelo nível de fiscalização, implementada a depender da escolha dos motoristas em respeitar ou não os limites de velocidade. Nesse jogo, a ausência de equilíbrios com estratégias puras torna necessária a abordagem com estratégias mistas, as quais envolvem a ponderação de estratégias puras com probabilidades. As principais implicações do modelo sustentam que quaisquer tentativas de fazer cumprir a legislação de tráfego rodoviário serão, na melhor das hipóteses, tímidas, dado que, conforme os motoristas respeitem a lei, os executores terão menos incentivos em manter o mesmo nível de fiscalização – logo, as infrações voltarão a subir. Além disso, a imposição de penalidades mais duras não afeta o comportamento do motorista; afinal, no contexto de estratégias mistas, as estratégias dos motoristas dependem apenas das recompensas dos executores da fiscalização, não das suas próprias.

Waard e Rooijers (1994) realizaram experimentos por meio dos quais foi possível testar algumas das conclusões de Bjørnskau e Elvik (1992). Os autores confirmaram a correlação do nível de fiscalização com a proporção de infratores, de tal forma que existe uma relação direta entre os dois, embora a teoria dos jogos apresente algum atraso para captar as mudanças do jogo – reduções de fiscalização são seguidas tardiamente por aumentos na proporção de infratores. Foi demonstrado, ainda, que se o nível de fiscalização for suficientemente alto os efeitos posteriores podem ser encontrados sem a continuação das atividades de fiscalização. No caso de fiscalizações contínuas, o nível pode ser diminuído sem que seu efeito seja reduzido, porém a ausência de fiscalização inevitavelmente leva a aumento nas infrações. Por fim, ressalta-se que o efeito preventivo da fiscalização aparenta ser mais substancial do que seu efeito repressivo, tal que majoritariamente impede o não infrator de começar a descumprir as regras de trânsito.

No cenário da Noruega, Elvik (2015) fez avaliação empírica sobre a relação entre motoristas e fiscalizadores à luz da teoria dos jogos, conforme o modelo de Bjørnskau e Elvik (1992). O autor confirmou as previsões por meio das quais mais fiscalização gera menos violações, que, por sua vez, geram menos fiscalização, embora os resultados não tenham sido estatisticamente significativos para a adaptação dos fiscalizadores ante mudanças nas taxas de infrações. De modo geral, "os motoristas se adaptam às mudanças na quantidade de fiscalização de velocidade, acelerando menos quando a fiscalização aumenta e acelerando mais quando a fiscalização é reduzida" (Elvik, 2015, p. 133, tradução nossa). Além disso, elevar as punições para excesso de velocidade não tem efeitos estatisticamente significativos sobre a redução de tais infrações, também conforme sugerido pela teoria.

2.2 Teoria dos jogos

Na segunda parte do trabalho, a análise envolvendo o compartilhamento dos pontos de fixação de postes será feita por meio da utilização do arcabouço da teoria dos jogos. Em 1944, o trabalho seminal relacionado à teoria dos jogos foi proposto por John Von Neumann e Oskar Morgenstern (2007), os quais apresentaram a nova abordagem com o propósito de discutir questões fundamentais da teoria econômica que necessitavam de tratamento diferente daquele encontrado na literatura da época. Segundo Nash (1951), a abordagem dos autores incluía jogos de soma zero com dois jogadores, jogos de cooperação entre *n* jogadores, além de uma análise das inter-relações das várias coalizões passíveis de formação por jogadores de determinado jogo.

Nash (1950) propôs um jogo de negociação envolvendo dois indivíduos com a oportunidade de colaborar, para benefício mútuo, de mais de uma maneira, e idealizou tal problema assumindo: i) a racionalidade dos jogadores; ii) a possibilidade de que cada um possa comparar as possíveis recompensas; iii) igualdade quanto à habilidade de barganha; e iv) pleno conhecimento mútuo dos gostos e preferências de cada um. Nash (1951, p. 287, tradução nossa) estendeu a teoria ao trazer as noções de jogos não cooperativos, pressupondo cada participante atuando de forma independente, sem colaboração ou comunicação com qualquer um dos outros, além de introduzir a noção de ponto de equilíbrio quando "a estratégia mista de cada jogador maximiza sua recompensa se as estratégias dos outros forem mantidas fixas. Assim, a estratégia de cada jogador é ótima em relação à do outro".

Segundo Fiani (2009), é necessário ter cautela na utilização da teoria dos jogos para analisar casos concretos, pois muitas vezes a situação avaliada pode não ser trivial, ou mesmo ser nova para os jogadores, além de apresentar incentivos inadequados. Algumas definições básicas nesse contexto são a de jogador como "qualquer indivíduo ou organização envolvida no processo de interação estratégica que tenha autonomia para tomar decisões" e ação ou movimento de um jogador como "uma escolha que ele pode fazer em um dado momento do jogo" (Fiani, 2009, p. 43-44).

A interação estratégica entre distribuidoras e operadoras num contexto de ocupação clandestina pode ser caracterizada como um jogo em que as recompensas dos jogadores se relacionam de forma inversa, isto é, o que é ganho para um resulta em perda para outro, dados os interesses conflitantes entre os agentes. Nesses casos, tem-se jogos estritamente competitivos (ou de soma zero), nos quais não há "combinação de estratégias preferível a qualquer outra para os dois jogadores simultaneamente" (Fiani, 2009, p. 177). Nesses jogos (não cooperativos e com preferências antagônicas), a melhor maneira de maximizar a recompensa esperada, sem equilíbrio estratégico puro, se baseia na escolha de estratégias mistas (Bjørnskau e Elvik, 1992).

Segundo Gibbons (1992), uma estratégia mista para determinado jogador é uma distribuição de probabilidade sobre algumas ou todas as suas estratégias puras – nos jogos simultâneos de informações completas, as estratégias puras são as diferentes ações que ele pode realizar. A título de exemplo, no jogo de cara ou coroa, as estratégias puras envolvem essas duas possibilidades, enquanto uma estratégia mista envolve a distribuição de probabilidade (q, 1-q), quando q é a probabilidade de jogar cara e (1 - q) é a probabilidade de jogar coroa, sendo $0 \leq q \leq 1$. A estratégia mista (0,1) é simplesmente a estratégia pura coroa; da mesma forma, a estratégia mista (1,0) é a estratégia pura cara. Surge também o conceito de recompensa esperada de um jogador pela adoção de dada estratégia como "a recompensa que ele pode vir a obter, em média, dadas as probabilidades com que os outros jogadores escolhem suas estratégias" (Fiani, 2009, p. 194).

Em termos matemáticos, considerando um jogo com os jogadores 1 e 2, definem-se p_1 e p_2 como suas estratégias mistas, e $v_1(p_1, p_2)$ e $v_2(p_1, p_2)$ como as recompensas esperadas, respectivamente. Para Gibbons (1992), o equilíbrio de Nash para estratégias mistas requer que a estratégia mista de cada jogador seja a melhor resposta à estratégia mista do outro jogador – para que o par de estratégias mistas (p_1^*, p_2^*) seja um equilíbrio de Nash, p_1^* e p_2^* devem satisfazer as seguintes condições:

$$v_1(p_1^*, p_2^*) \geq v_1(p_1, p_2^*)$$
$$v_2(p_1^*, p_2^*) \geq v_2(p_1^*, p_2) \qquad (1)$$

A equação (1) serve para todas as distribuições de probabilidade p_1 e p_2 nos universos de estratégias puras dos jogadores 1 e 2, respectivamente.

3 MODELO DE EQUILÍBRIO PARCIAL: REFLEXÕES SOBRE INCENTIVOS ECONÔMICOS E RECURSOS FINANCEIROS DESTINADOS À MODICIDADE TARIFÁRIA

Esta seção representa o desenvolvimento de um modelo de equilíbrio parcial aplicado ao mercado de compartilhamento dos postes, considerando a ocupação clandestina. Sem mais delongas, a demanda inversa para o consumo de pontos de fixação no poste pode ser representada através da expressão[5] a seguir:

5. A SDI e o Ipea realizaram esforços para desenvolver um modelo econométrico a fim de estimar uma função de demanda pelos pontos de fixação. Por meio de um ofício da Anatel, foram enviados dados a operadoras selecionadas pela agência. Entretanto, a baixa taxa de resposta (em especial das grandes operadoras) inviabilizou o exercício.

$$P = \alpha - \beta n \quad (2)$$

Em que *P* é o preço do aluguel do ponto de fixação; α é o coeficiente linear do consumo de pontos de fixação; β é o coeficiente angular do consumo dos pontos de fixação; e *n*, a demanda pelos pontos de fixação.

Isolando a demanda por pontos de fixação da equação (2), o resultado é a equação (3), que se refere à função de demanda dos pontos de fixação:

$$n = \frac{\alpha - P}{\beta} \quad (3)$$

Ora, a equação de demanda, embora possa representar o comportamento do consumidor de forma simplificada e satisfatória, apresenta o problema de considerar uma situação ideal, na qual a totalidade dos consumidores de pontos de fixação (operadoras e provedores de telecomunicações) pagam pelo consumo dos pontos. Se tal hipótese fosse verdadeira e 100% dos consumidores pagassem pelo consumo, então a modelagem estaria razoável. Porém, sabe-se que essa situação não ocorre no Brasil, onde existe uma presença generalizada de ocupações irregulares nos postes de energia elétrica por provedores de internet.

Sendo assim, para aumentar a eficiência da modelagem, é necessário incluir a presença da ocupação irregular no modelo. Para tanto, sabe-se que a demanda por pontos de fixação é a soma dos consumidores que pagam e os que não pagam pelo ponto de fixação, conforme a equação (4):

$$n_1 = n_F + n_n \quad (4)$$

Operadoras e provedores de telecomunicações que pagam pelos pontos de fixação podem ser representados como se vê na equação (5):

$$n_F = (1 - \theta)\frac{(\alpha - P)}{\beta} \quad (5)$$

O restante das operadoras e dos provedores que ocupam o poste de maneira irregular é representado na equação (6), na qual o valor pago pela utilização do ativo é nulo:

$$n_n = \theta\frac{\alpha}{\beta} \quad (6)$$

Portanto, substituindo as equações (5) e (6) em (4), temos este resultado:

$$n_1 = (1 - \theta)\frac{(\alpha - P)}{\beta} + \theta\frac{\alpha}{\beta} = \frac{\alpha - P(1 - \theta)}{\beta} \quad (7)$$

Em que n_1 é a demanda por pontos de fixação, incluindo a ocupação irregular; n_F é a demanda por pontos de fixação pagos (ocupação regular); n_n é a demanda por pontos de fixação que não são pagos (ocupação irregular); P representa o preço do aluguel do ponto de fixação; θ é a proporção de pontos de fixação ocupados de maneira irregular; e (1 – θ) é a proporção de pontos de fixação ocupados de maneira regular.

3.1 Modelo do produtor: distribuidora de energia elétrica

A distribuidora de energia elétrica é responsável por alugar os pontos de fixação nos postes para que as operadoras de telecomunicações realizem seus serviços. Assim, a receita acessória da distribuidora de energia com o aluguel dos pontos de fixação pode ser representada pela equação (8):

$$R_1 = P.n_F = \alpha n_F - \frac{\beta {n_F}^2}{1-\theta} \tag{8}$$

A receita marginal da distribuidora com essa atividade acessória pode ser representada na equação (9):

$$R_{1Mg} = \frac{dR_F}{dn_F} = \alpha - \frac{2\beta n_F}{1-\theta} \tag{9}$$

Em contrapartida, a distribuidora de energia passa a ter custos de compartilhamento do poste porque a operadora de telecomunicações ocupa um espaço do poste com sua infraestrutura própria. Esses custos de compartilhamento são os chamados custos incorridos. Adicionando-se a parcela de impostos que incidem sobre a receita bruta da distribuidora de energia, temos os custos da distribuidora com o compartilhamento, conforme a equação (10):

$$C_D = Gn_1 + xR_1 = \frac{-x\beta}{1-\theta} n_F^2 + (G + x\alpha)n_F + \frac{G\alpha\theta}{\beta} \tag{10}$$

Em que R_1 é a receita acessória da distribuidora de energia com o aluguel dos pontos de fixação; R_{1Mg} é a receita marginal da distribuidora de energia com a atividade acessória; C_D são os custos totais da distribuidora com o compartilhamento da infraestrutura; G são os custos incorridos da distribuidora de energia com o compartilhamento; e x é o percentual de impostos (Programa de Integração Social – PIS e Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social – Cofins) que incidem sobre a receita acessória da distribuidora. Colocando em função de n_1:

$$C_D = \frac{-x\beta}{1-\theta} n_1^2 + \left(G + x\alpha + \frac{2\alpha\theta x}{1-\theta}\right) n_1 - \frac{\alpha^2\theta x}{\beta}\left(1 + \frac{\theta}{1-\theta}\right) \tag{11}$$

Assim, o custo médio pode ser calculado:

$$CMe_D = \frac{C_D}{n_1} = \frac{-x\beta}{1-\theta} n_1 + G + x\alpha + \frac{2\alpha\theta x}{1-\theta} - \frac{\alpha^2 \theta x}{n_1 \beta}\left(1 + \frac{\theta}{1-\theta}\right) \quad (12)$$

E o custo marginal:

$$CMg_D = \frac{dC_D}{dn_1} = \frac{-2x\beta}{1-\theta} n_1 + G + x\alpha + \frac{2\alpha\theta x}{1-\theta} \quad (13)$$

Por fim, o excedente econômico da distribuidora de energia é definido através da equação (14):

$$V_D = R_1 - C_D = \frac{-\beta(1-x)}{1-\theta} n_F^2 + (\alpha - G - x\alpha) n_F - \frac{G\alpha\theta}{\beta} \quad (14)$$

Em que CMe_D é o custo médio do compartilhamento da distribuidora de energia; CMg_D é o custo marginal do compartilhamento; e V_D é o excedente econômico da distribuidora de energia.

3.2 Análise de eficiência econômica em mercados (bem-estar)

Antes de iniciar a análise de eficiência, é necessário definir os excedentes de consumidores (operadoras de telecomunicações) e produtores (distribuidora de energia elétrica). O excedente econômico da distribuidora de energia para determinado preço arbitrário pode ser calculado com a equação (15):

$$V_D = \int_0^{n_{FA}} (P_A - CMg_D) dn_{FA} = \frac{x\beta}{1-\theta} n_{FA}^2 + (P_A - G - x\alpha) n_{FA} - \frac{G\alpha\theta}{\beta} \quad (15)$$

O excedente econômico dos consumidores pode ser calculado desta forma:

$$S_{O\&CT} = \int_0^{n_{FA}} (P - P_A) dn_{FA} = (\alpha - P_A) n_{FA} - \frac{\beta n_{FA}^2}{2(1-\theta)} \quad (16)$$

E o excedente econômico coletivo ou o bem-estar desse mercado:

$$W = V_D + S_{O\&CT} \quad (17)$$

Onde n_{FA} é a demanda faturada arbitrária por pontos de fixação do poste; P_A é o preço arbitrário de aluguel do ponto de fixação; $S_{O\&CT}$ é o excedente econômico dos consumidores (operadoras + clientes telecom); e W é o bem-estar social ou a eficiência econômica do mercado.

3.3 Estudo de cenários

Para o estudo de cenários serão considerados apenas os intermediários, que correspondem ao monopólio regulado, e ao cenário de fundo financeiro (modicidade tarifária), por se tratar de cenários que apresentam um maior equilíbrio entre os agentes (produtores e consumidores), sendo, dessa forma, preferíveis sob a ótica da regulação. Assim, esses cenários serão apresentados com maior nível de detalhe nos próximos tópicos.

3.3.1 Cenário monopólio regulado

Ocorre quando $P = CMe_D$ ou quando $R_1 = C_D$. Portanto:

$$An_F{}^2 + Bn_F + C = 0 \tag{18}$$

Sendo que:

$$A = \frac{-\beta(1-x)}{1-\theta} \tag{19}$$

$$B = \alpha(1-x) - G \tag{20}$$

$$C = -\frac{G\alpha\theta}{\beta} \tag{21}$$

Assim:

$$n_{F(MR)} = \frac{-B - \sqrt{B^2 - 4AC}}{2A} \tag{22}$$

E o preço do ponto é representado pela equação (23):

$$P_{MR} = \alpha - \frac{\beta n_{F(MR)}}{1-\theta} \tag{23}$$

A receita da distribuidora pode ser calculada pela equação (24):

$$R_1 = P.n_F = \alpha n_{F(MR)} - \frac{\beta n_{F(MR)}{}^2}{1-\theta} \tag{24}$$

3.3.2 Cenário com fundo financeiro (modicidade tarifária)

Ocorre quando $R_1 = C_D + FF$, em que:

$$FF = m.R_1 = m.\alpha.n_F - \frac{m.\beta.n_F{}^2}{1-\theta} \tag{25}$$

Onde *m* é o percentual de modicidade tarifária que incide sobre a receita bruta; e *FF*, o fundo financeiro destinado à modicidade tarifária.

Portanto:

$$A'{n_F}^2 + B'n_F + C' = 0 \quad (26)$$

Sendo:

$$A' = \frac{-\beta.(1-x-m)}{1-\theta} \quad (27)$$

$$B' = \alpha(1-x-m) - G \quad (28)$$

$$C' = -\frac{G\alpha\theta}{\beta} \quad (29)$$

Dessa forma:

$$n_{F(FF)} = \frac{-B' - \sqrt{B'^2 - 4A'C'}}{2A'} \quad (30)$$

E o preço do ponto é representado por:

$$P_{FF} = \alpha - \frac{\beta n_{F(FF)}}{1-\theta} \quad (31)$$

3.3.3 Limiar de modicidade tarifária

O limiar de modicidade tarifária corresponde ao valor máximo de modicidade tarifária que pode ser cobrado no preço do aluguel do ponto de fixação para a distribuidora de energia operar com sustentabilidade financeira ($V_D = 0$). Ou seja, valores maiores que esse limiar levam a distribuidora a operar com excedente econômico menor que zero ($V_D < 0$). Para tanto, faz-se:

$$B'^2 - 4A'C' = 0 \quad (32)$$

Resultando em:

$$M_A.y^2 + M_B.y + M_C = 0 \quad (33)$$

Sendo:

$$y = 1 - x - m \quad (34)$$

Portanto:

$$M_A = \alpha^2 \tag{35}$$

$$M_B = -2\alpha G + \frac{4\beta C'}{1-\theta} \tag{36}$$

$$M_C = G^2 \tag{37}$$

Assim:

$$y = \frac{-M_B + \sqrt{{M_B}^2 - 4.M_A.M_C}}{2.M_A} \tag{38}$$

Finalmente:

$$m_0 = 1 - x - y \tag{39}$$

3.4 Simulações e resultados

Com o intuito de verificar o impacto da ocupação irregular sobre o preço do aluguel do ponto de fixação e sobre outros indicadores econômicos e sociais dos agentes envolvidos no compartilhamento do poste, serão realizadas simulações com dados da Companhia Paulista de Força e Luz (CPFL Paulista), coletados de Silveira e Angelo (2017) e representados no quadro 1.

QUADRO 1
CPFL Paulista: dados de entrada para a análise de bem-estar

Sigla	Significado	Valor	Unidade
α	Coeficiente linear da curva de demanda inversa	15	R$/ponto.mês
β	Coeficiente angular da curva de demanda inversa	5	μR$/ponto².mês
x	Impostos (PIS e Cofins) sobre a receita	9,2	%
G	Custo incorrido por ponto	1,91	R$/ponto.mês
n	Demanda por pontos de fixação do poste	1.600.000	Pontos de fixação
θ	Proporção de pontos em condições irregulares	41	%

Fonte: Silveira e Angelo (2017).
Elaboração dos autores.

Para tanto, faremos as simulações primeiramente para os cenários intermediários, sem considerar a ocupação irregular. Posteriormente, para avaliar o impacto de tal ato ilícito, faremos as simulações considerando a ocupação irregular.

3.4.1 Simulação sem considerar a ocupação irregular (θ = 0)

Primeiramente, a análise será iniciada para o caso em que não se considera a ocupação irregular (θ = 0), levando em conta apenas os cenários intermediários que apresentam resultados econômicos mais equilibrados para os agentes envolvidos.

Cenário monopólio regulado

O cenário de monopólio regulado busca remunerar a distribuidora de energia com a menor contraprestação possível ao consumidor, a fim de garantir a sustentabilidade financeira da empresa. Os principais resultados econômicos para esse cenário podem ser observados a partir da tabela 1.

TABELA 1

CPFL Paulista: resultados econômicos no cenário de monopólio regulado e sem ocupação irregular

n_F (R$ milhões)	n_n (milhões)	n_1 (milhões)	P (R$/ponto.mês)	R_1 (R$ milhões)
2,579295	0	2,579295	2,10	5,426
C_D (R$ milhões)	FF (R$ milhões)	V_D (R$ milhões)	$S_{O\&CT}$ (R$ milhões)	W (R$ milhões)
5,426	0	0	16,632	16,632

Elaboração dos autores.

Cenário com fundo financeiro (modicidade tarifária → m = 0,6)

O cenário de fundo financeiro representa um excedente econômico que a distribuidora de energia recebe a fim de utilizar como fundo para reduzir (subsidiar) a tarifa do consumidor de energia elétrica. Obviamente, para obter esse fundo, o valor do preço do aluguel do ponto de fixação deve ser aumentado, reduzindo a demanda por pontos e a eficiência econômica do mercado. A tabela 2 mostra os principais resultados econômicos para esse cenário.

TABELA 2

CPFL Paulista: resultados econômicos no cenário com fundo financeiro e sem ocupação irregular

n_F (milhões)	n_n (milhões)	n_1 (milhões)	P (R$/ponto.mês)	R_1 (R$ milhões)
1,759740	0	1,759740	6,20	10,913
C_D (R$ milhões)	FF (R$ milhões)	V_D (R$ milhões)	$S_{O\&CT}$ (R$ milhões)	W (R$ milhões)
4,365	6,548	6,548	7,742	14,289

Elaboração dos autores.

3.4.2 Simulação considerando a ocupação irregular (θ = 41%)

A grande novidade nesse trabalho consiste na inserção da ocupação irregular no modelo de equilíbrio parcial desenvolvido. Para o caso da CPFL Paulista, considerando-se o percentual de ocupação irregular de aproximadamente 41% (Aneel, 2020), são obtidos os principais resultados econômicos para os cenários intermediários apresentados nas próximas subseções.

Cenário monopólio regulado

O cenário de monopólio regulado preocupa-se em garantir a maior eficiência econômica de mercado sujeito à garantia do equilíbrio econômico-financeiro da distribuidora de energia, que é o agente regulado. Considerando a ocupação irregular no modelo, o preço do aluguel deve aumentar com a fim de garantir o equilíbrio para a distribuidora de energia. Isso pode ser explicado em razão de as operadoras adimplentes pagarem um valor maior para compensar as operadoras inadimplentes. Com o aumento do preço do aluguel, a demanda faturada diminui e o mercado perde eficiência econômica ou bem-estar. Os principais resultados econômicos para esse cenário podem ser observados a partir da tabela 3.

TABELA 3

CPFL Paulista: resultados econômicos no cenário de monopólio regulado e com ocupação irregular

n_F (milhões)	n_n (milhões)	n_1 (milhões)	P (R$/ponto.mês)	R_1 (R$ milhões)
1,284009	1,230000	2,514009	4,12	5,288
C_D (R$ milhões)	FF (R$ milhões)	V_D (R$ milhões)	$S_{O\&CT}$ (R$ milhões)	W (R$ milhões)
5,288	0	0	6,986	6,986

Elaboração dos autores.

Cenário com fundo financeiro (modicidade tarifária → m_0 = 0,3273)

O cenário de fundo financeiro corresponde ao cenário em que a distribuidora arrecada um fundo ou excedente buscando praticar uma tarifa de energia mais módica. Em uma situação de ocupação irregular, em que o preço do aluguel do ponto de fixação já deve ser naturalmente aumentado, o efeito desse fundo financeiro destinado à modicidade tarifária induz a um aumento maior no aluguel, até determinado ponto ou limiar que garanta o equilíbrio econômico-financeiro para a distribuidora de energia. No caso da CPFL Paulista, a partir dos dados simulados, esse limiar corresponde a 32,7311%. Assim, o preço de aluguel do ponto alcança um valor alto, reduzindo a demanda faturada, e o mercado perde eficiência econômica ou bem-estar. Os principais resultados econômicos para esse cenário podem ser observados a partir da tabela 4.

TABELA 4

CPFL Paulista: resultados econômicos no cenário com fundo financeiro e com ocupação irregular

n_F (milhões)	n_n (milhões)	n_1 (milhões)	P (R$/ponto.mês)	R_1 (R$ milhões)
0,690937	1,230000	1,920937	9,14	6,318
C_D (R$ milhões)	FF (R$ milhões)	V_D (R$ milhões)	$S_{O\&CT}$ (R$ milhões)	W (R$ milhões)
4,250	2,068	2,068	2,023	4,091

Elaboração dos autores.

3.4.3 Situação atual (precificação sem considerar a ocupação irregular)

Esse cenário é o que ocorre com maior frequência nos modelos de precificação baseados em custos. A precificação do aluguel do ponto de fixação através do custo médio por ponto de fixação representaria uma situação ideal (sem ocupação irregular). Assim, os modelos atuais de precificação não refletem o que ocorre na realidade em termos de Brasil, onde existem ocupações irregulares em todos os estados e com números bastante significativos. Com o intuito de ilustrar o tamanho do problema desses modelos citados, consideremos os resultados representados da tabela 5.

TABELA 5

CPFL Paulista: resultados econômicos no cenário atual

n_F (milhões)	n_n (milhões)	n_1 (milhões)	P (R$/ponto.mês)	R_1 (R$ milhões)
1,521784	1,230000	2,751784	2,10	3,201
C_D (R$ milhões)	FF (R$ milhões)	V_D (R$ milhões)	$S_{O\&CT}$ (R$ milhões)	W (R$ milhões)
5,550	0	-2,349	9,813	7,464

Elaboração dos autores.

Obs.: Precificação sem considerar a ocupação irregular.

Portanto, precificando-se como se não houvesse ocupação irregular, porém na realidade existindo a ocupação irregular, provoca-se uma queda de receita para a distribuidora de energia e consequentemente um prejuízo econômico[6] para a distribuidora de energia percebido através de um excedente econômico negativo. O excedente das operadoras também cai em razão da queda na demanda faturada e o mercado perde eficiência econômica ou bem-estar.

6. Os modelos atuais de precificação do aluguel do ponto de fixação baseado em custos e que não consideram a ocupação irregular podem levar a distribuidora de energia a prejuízos econômicos, como exemplificado através dessa seção.

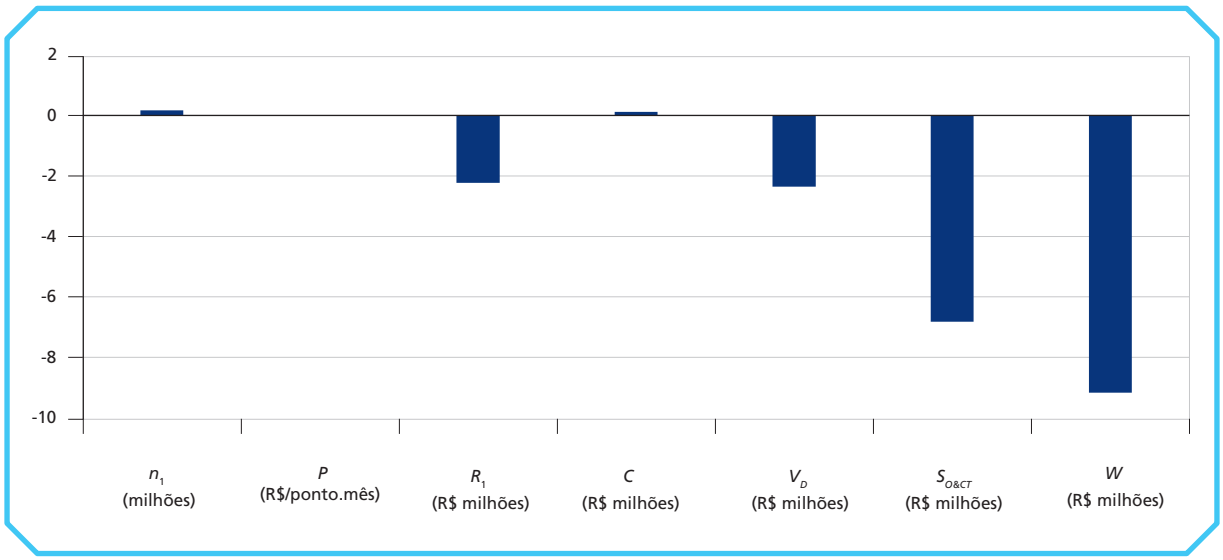
3.5 Análise de resultados

3.5.1 Impacto da ocupação irregular sobre a situação de precificação atual

O gráfico 1 ilustra o impacto da ocupação irregular sobre os principais indicadores econômicos da distribuidora de energia. Ou seja, mantendo uma metodologia de precificação baseada em custos nos quais não se considera o efeito da ocupação irregular, os resultados podem ser enganadores e muito negativos para a distribuidora de energia.

GRÁFICO 1

CPFL Paulista: impacto da ocupação irregular sobre os indicadores econômicos da distribuidora



Elaboração dos autores.

Como forma de exemplificar, segue a análise do caso da CPFL Paulista ilustrado no gráfico 1. Os impactos da ocupação irregular podem ser percebidos através de:

- aumento pela demanda de pontos e dos custos da distribuidora;
- redução da receita da distribuidora e do bem-estar social; e
- queda do excedente econômico da distribuidora e do excedente faturado das operadoras e clientes.

3.5.2 Impacto da ocupação irregular sobre o cenário de monopólio regulado

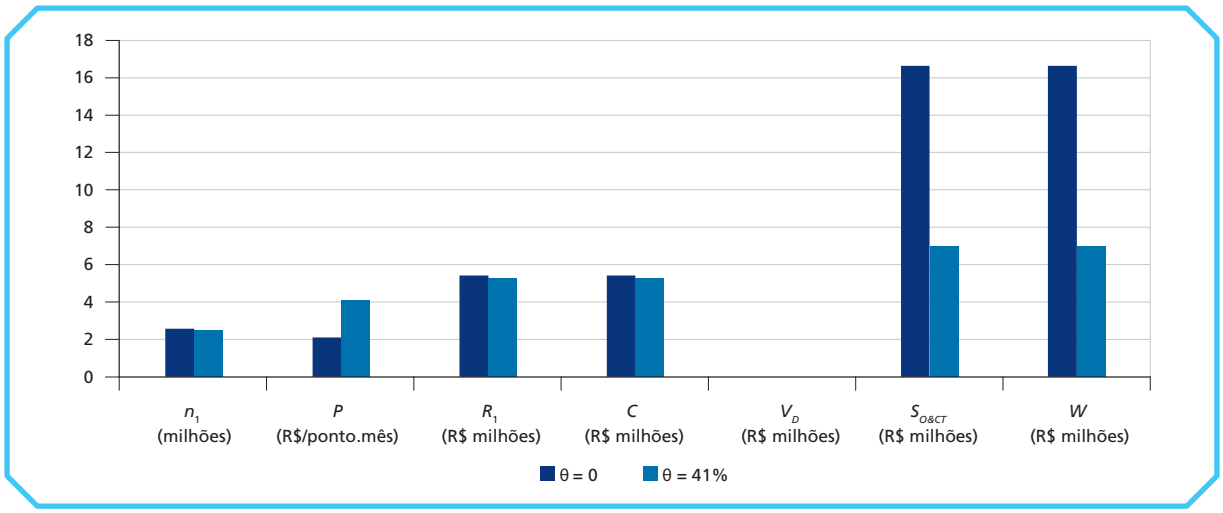
O gráfico 2 compara os principais indicadores econômicos dos agentes no cenário de monopólio regulado para os casos em que se considera e não se considera a ocupação irregular. Esse cenário foi escolhido em razão de se garantir o equilíbrio econômico-financeiro para a distribuidora de energia (agente regulado). Ora, dessa forma o impacto da ocupação irregular, preservando o cenário de monopólio regulado, pode ser percebido através de:

- aumento do preço do aluguel do ponto de fixação, da receita da distribuidora de energia e dos custos da distribuidora; e

- diminuição da demanda por pontos, do excedente econômico das operadoras e clientes de telecom e do bem-estar ou da eficiência econômica do mercado.

GRÁFICO 2

Impacto da ocupação irregular sobre os cenários de monopólio regulado



Elaboração dos autores.

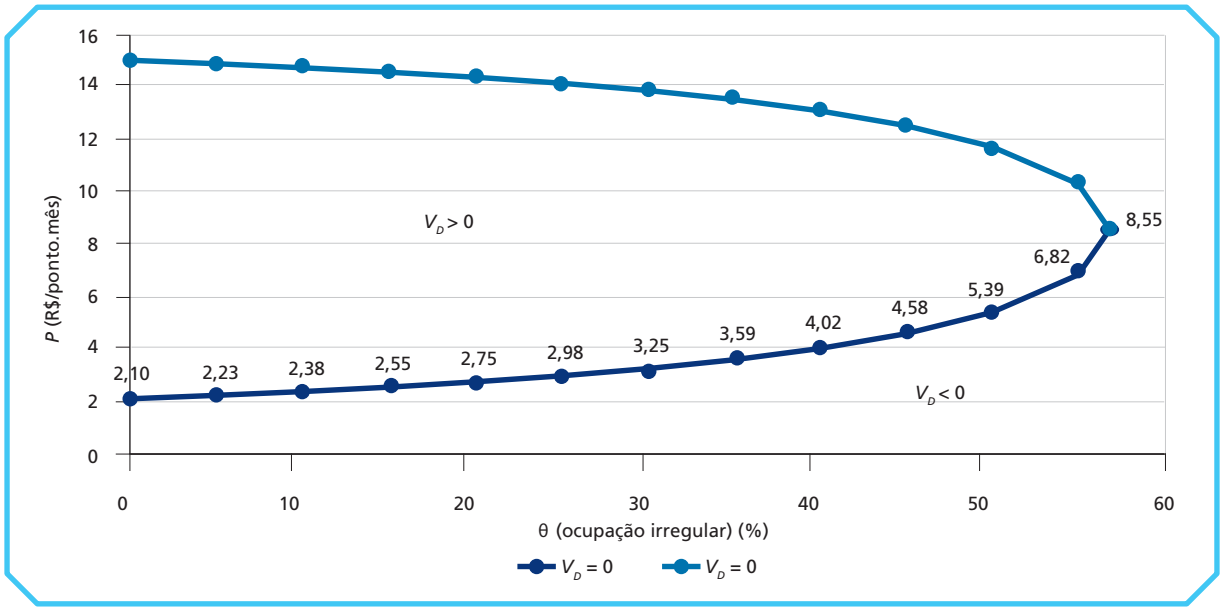
3.5.3 Impacto da ocupação irregular sobre o preço do aluguel do ponto de fixação

O impacto da ocupação irregular sobre o preço do aluguel do ponto de fixação pode ser bem explicado analisando-se o gráfico 3. As linhas representam o cenário de monopólio regulado ($V_D = 0$). Porém, a linha mais escura representa o cenário de monopólio regulado com maior eficiência econômica de mercado e deve ser priorizada em mecanismos regulatórios.

Portanto, aumentando-se o percentual de ocupação irregular, percebe-se um aumento no valor do aluguel do ponto de fixação até determinado limiar. Esse aumento pode ser explicado a partir de um subsídio no preço pago pelas operadoras adimplentes compensando as inadimplentes.

GRÁFICO 3

CPFL Paulista: impacto da ocupação irregular sobre o preço do aluguel do ponto de fixação no cenário de monopólio regulado



Elaboração dos autores.

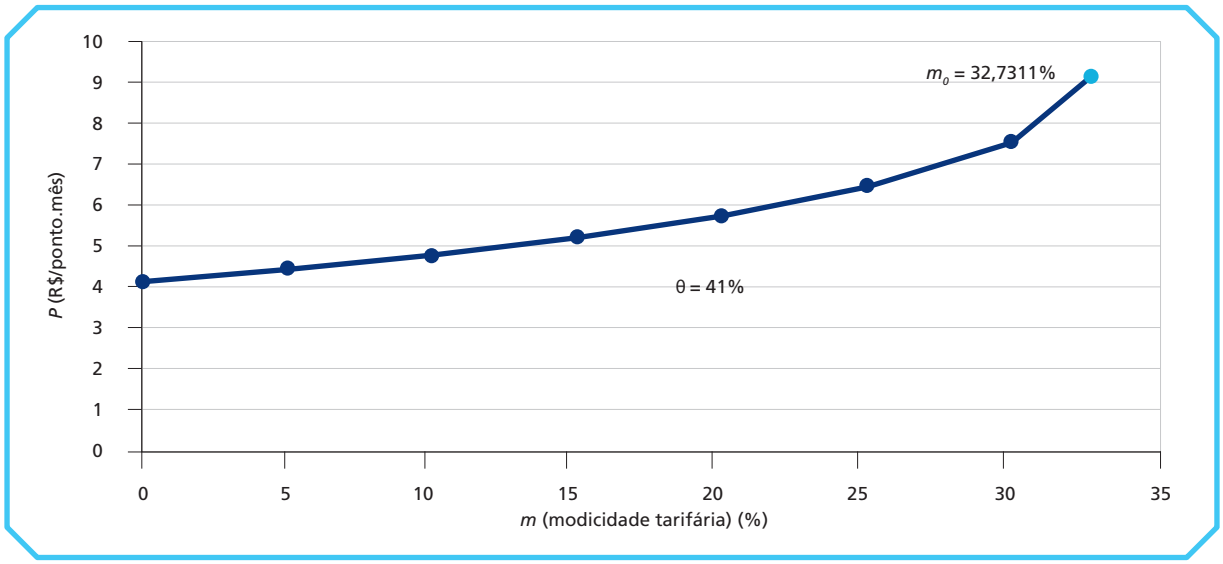
O gráfico 3 também ilustra a região de insustentabilidade econômica da distribuidora ($V_D < 0$) e a região de geração de valor econômico agregado para a distribuidora ($V_D > 0$), assim como o limiar de ocupação irregular.

3.5.4 Impacto da modicidade tarifária sobre o preço do aluguel para (θ = 41%)

O impacto da modicidade tarifária sobre o aluguel do ponto de fixação para a distribuidora de energia elétrica CPFL Paulista, num cenário de monopólio regulado e com um percentual de postes em situação de irregularidade de 41%, pode ser observado a partir do gráfico 4. Sugere-se que o aumento do percentual destinado à modicidade tarifária provoca um aumento no preço do aluguel do ponto de fixação até determinado limiar.

GRÁFICO 4

CPFL Paulista: impacto da modicidade tarifária sobre o preço do aluguel do ponto de fixação no cenário de monopólio regulado com ocupação irregular



Elaboração dos autores.

Obs.: Representa-se por m_0 o limiar de modicidade tarifária.

O aumento no preço do aluguel do ponto pode ser explicado em razão da necessidade de mais capital para o fundo financeiro destinado à modicidade tarifária, garantindo o equilíbrio econômico-financeiro da distribuidora de energia. O limiar representa o valor máximo de fundo destinado à modicidade tarifária em que a distribuidora ainda consiga operar em equilíbrio econômico-financeiro.

3.5.5 Impacto da modicidade tarifária sobre a ocupação irregular e a receita da distribuidora

Para exemplificar esta seção, o problema será dividido em dois estágios de tempo diferentes. Assim, vamos imaginar uma situação inicial e hipotética sem a arrecadação de um fundo financeiro destinado à modicidade tarifária ($m = 0$). Dessa forma, utilizando os resultados da distribuidora de energia elétrica CPFL Paulista através do gráfico 4, considerando a ocupação irregular, temos um preço de aluguel do ponto de fixação igual a R$ 4,12, para a garantia do equilíbrio econômico-financeiro da distribuidora. Portanto:

$$P_t = 4{,}12 \text{ (R\$)}$$

Ora, imagina-se agora uma situação em um tempo posterior em que a cobrança do fundo financeiro destinado à modicidade tarifária passa a ser obrigatório. Analisando-se o caso da CPFL Paulista, o percentual de modicidade tarifária estipulado é de 10% da receita bruta da distribuidora ($m = 0,1$). Assim, através do gráfico 4, o preço do aluguel do ponto que garante o equilíbrio econômico-financeiro da distribuidora passa a ser R$ 4,77.

$$P_{t+1} = 4{,}77 \text{ (R\$)}$$

Ora, utilizando-se:

$$\theta_{t+1} = 1 - \left(\frac{\alpha - n_{1_t}.\beta}{P_{t+1}}\right) = 49{,}06\%$$

$$\Delta\theta = \theta_{t+1} - \theta_t = 8{,}06\%$$

$$n_{F_{t+1}} = (1 - \theta_{t+1})\frac{(\alpha - P_{t+1})}{\beta} = 1{,}042283 \text{ [milhões]}$$

$$n_{n_{t+1}} = \theta_{t+1}\frac{\alpha}{\beta} = 1{,}471726 \text{ [milhões]}$$

$$R_t = P_t.n_{F_t} = 5{,}287583 \text{ [R\$ milhões]}$$

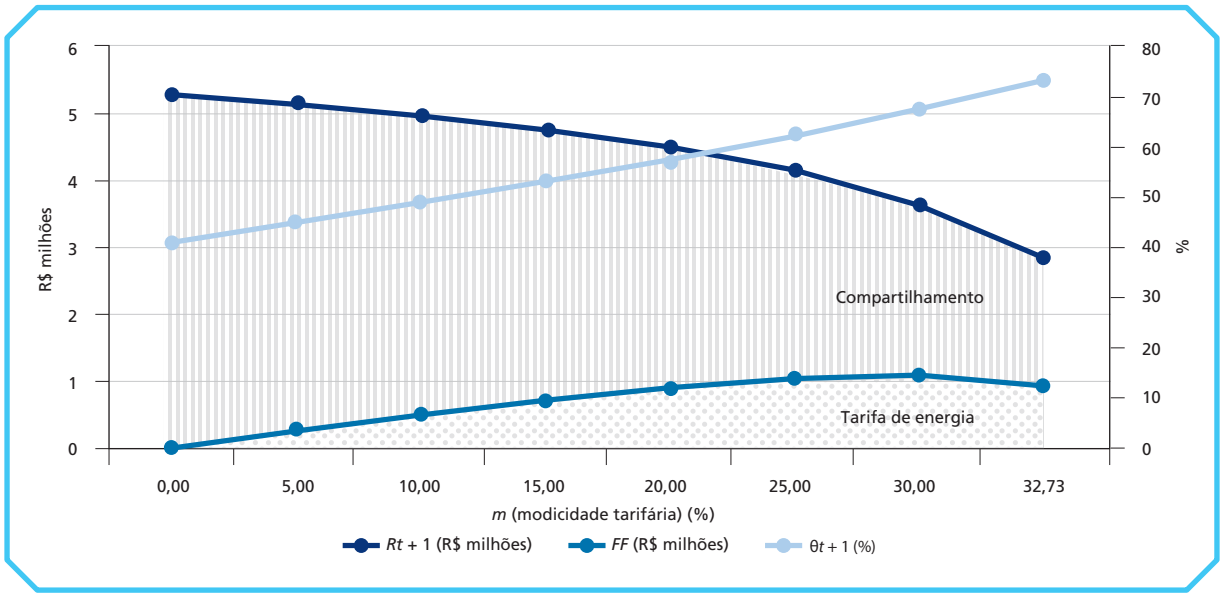
$$R_{t+1} = P_{t+1}.n_{F_{t+1}} = 4{,}971689 \text{ [R\$ milhões]}$$

$$\Delta R_1 = R_{t+1} - R_t = -0{,}315894 \text{ [R\$ milhões]}$$

Utilizando-se da mesma metodologia é possível verificar o impacto da modicidade tarifária sobre a ocupação irregular e a receita da distribuidora de energia através do gráfico 5. Analisando-o, é possível verificar que o aumento no percentual destinado à modicidade tarifária provoca uma diminuição da receita da distribuidora de energia. Isso pode ser explicado porque o aumento causa também um aumento do preço do aluguel do ponto de fixação, que por sua vez causa outro aumento da ocupação irregular. Esse aumento da ocupação irregular provoca uma diminuição na receita da distribuidora de energia.

GRÁFICO 5

CPFL: impacto da modicidade tarifária sobre a ocupação irregular e a receita da distribuidora de energia



Elaboração dos autores.

O aumento do percentual destinado à modicidade tarifária aumenta o fundo financeiro até determinado ponto. Esse excedente ou fundo é utilizado para a redução da tarifa dos consumidores de energia. A diferença entre a curva *Rt* + 1 e a curva *FF* representa a receita a ser utilizada para abater os custos do compartilhamento. O aumento do percentual destinado à modicidade tarifária provoca uma diminuição na receita utilizada para abater os custos do compartilhamento.

4 MODELO DA TEORIA DOS JOGOS EM CENÁRIO COM ESCASSEZ DE PONTOS DE FIXAÇÃO

A aplicabilidade da teoria dos jogos ao caso da ocupação clandestina de postes por operadoras de telecomunicações, conforme desenvolvida a seguir, se refere às situações nas quais há escassez dos pontos de fixação dos postes, isto é, o espaço destinado para ocupações legais encontra-se saturado, realidade observada principalmente nos grandes centros urbanos do Brasil.[7]

7. Num eventual cenário de ociosidade dos postes, os ganhos agregados de ocupação irregular, considerando os benefícios para os usuários dos serviços de telecomunicações, poderiam superar os custos, entre eles os de fiscalização.

As ocupações clandestinas que porventura ocorram causam prejuízos à infraestrutura em diversas frentes, como eficiência, segurança etc. Assume-se, ainda, que as operadoras que desejem sair da clandestinidade terão a possibilidade de ocupar algum ponto de fixação de forma legal, através de consórcio entre empresas, utilização de *dark fiber* de operadores neutros, entre outros. Ou seja, há alternativas que possibilitam que um operador que atua clandestinamente torne sua ocupação legal.

A possível interação entre a distribuidora de energia, dona da infraestrutura, e a operadora de telecomunicações ocorre de forma direta entre esses dois atores, dado que todas as recompensas ocorrem no nível de cada ponto de fixação. Ou seja, o custo de fiscalização mencionado posteriormente será referente ao gasto da distribuidora de energia para fiscalizar cada ponto de fixação e, consequentemente, cada eventual corte de cabo será sinônimo de custo para a respectiva operadora que teve sua fibra ótica rompida.[8]

Primeiramente, são definidas as recompensas dos dois jogadores: as distribuidoras de energia e as operadoras de telecomunicações. As quatro recompensas possíveis para cada um dos jogadores dependem das ações da distribuidora (fiscalizar ou não fiscalizar) e da operadora (ocupar legal ou clandestinamente):

1) $d_{nf,l}/o_{nf,l}$: recompensas de distribuidora (*d*) e operadora (*o*), respectivamente, quando não há fiscalização (*nf*) e a ocupação é feita de forma legal (*l*);
2) $d_{f,l}/o_{f,l}$: recompensas de distribuidora e operadora, respectivamente, quando há fiscalização (*f*) e a ocupação é feita de forma legal;
3) $d_{nf,c}/o_{nf,c}$ recompensas de distribuidora e operadora, respectivamente, quando não há fiscalização e a ocupação é feita de forma clandestina (*c*); e
4) $d_{f,c}/o_{f,c}$: recompensas de distribuidora e operadora, respectivamente, quando há fiscalização e a ocupação é feita de forma clandestina.

Uma representação do jogo na forma estratégica está detalhada a seguir no quadro 2.

8. A hipótese do trabalho não assume um custo de fiscalização por poste, o qual seria diluído entre os operadores que ocupam pontos de forma legal ou clandestina, mas sim coloca como *proxy* do custo de fiscalização por ponto de fixação o próprio custo de compartilhamento (Silveira e Angelo, 2017; 2018; 2019). Nesse caso, cada cabo clandestino que a distribuidora tiver de fiscalizar seria sinônimo de custo extra (no valor do custo de compartilhamento mensal total ou parcial).

QUADRO 2

Representação em forma estratégica do jogo da ocupação clandestina

Distribuidora de energia	Operadora de telecomunicações	
	Ocupação legal	Ocupação clandestina
Não fiscaliza	$d_{nf,l}/o_{nf,l}$	$d_{nf,c}/o_{nf,c}$
Fiscaliza	$d_{f,l}/o_{f,l}$	$d_{f,c}/o_{f,c}$

Elaboração dos autores.

No caso de ocupações legais, as recompensas das distribuidoras são obtidas descontando do montante que elas recebem das operadoras os valores revertidos para modicidade tarifária (60%) e tributos (9,25%),[9] além dos custos associados. Para exemplificar, $d_{nf,l} = 0{,}6925 * |o_{nf,l}| - c_{sc}$ e $d_{f,l} = 0{,}6925 * |o_{f,l}| - c_t$, em que c_{sc} é o custo incorrido mesmo sem compartilhamento, c_t é o custo total que inclui, além do c_{sc}, o custo referente a compartilhamento c_c, ou seja, $c_t = c_{sc} + c_c$; e a componente será *proxy* para os custos de fiscalização. Para ocupações clandestinas alguns cenários são possíveis, os quais serão desenvolvidos ao longo do trabalho. No estudo empírico, são utilizados dados de três áreas brasileiras atendidas pelas distribuidoras CPFL Paulista, CPFL Santa Cruz e Rio Grande Energia (RGE Sul). A tabela 6 resume os valores de custos das distribuidoras e o preço do ponto de fixação pago pelas operadoras em cada uma das simulações.

TABELA 6

Dados mensais de custos das distribuidoras e preços pagos pelos pontos das operadoras X e Y

(Em R$)

Variável	CPFL Paulista	CPFL Santa Cruz	RGE Sul	Operadora X	Operadora Y
c_{sc}	1,08	0,68	2,82	-	-
c_c	0,83	2,54	1,12	-	-
c_t	1,91	3,22	3,94	-	-
Preço pago pelo ponto (ocupação legal)	-	-	-	6,85	17,06

Elaboração dos autores.

As tabelas B.1 e B.2 no apêndice B detalham todas as recompensas das distribuidoras de energia utilizadas ao longo do trabalho conforme variações nos custos de fiscalização.

9. PIS e Cofins, com alíquota total de 9,25%, incidem sobre a receita bruta de compartilhamento; tem como beneficiário o agente arrecadador e não os proprietários dos meios.

4.1 CPFL Paulista

A tabela 7 detalha as recompensas dos dois jogadores em localidade atendida pela distribuidora CPFL Paulista e na qual atua a operadora X. Em cada um dos pares de recompensas, o valor da esquerda se refere à distribuidora e o valor da direita diz respeito à operadora. Por exemplo, no quadrante superior esquerdo, com ocupação legal por parte da operadora e sem fiscalização por parte da distribuidora, esta terá recompensa de R$ 1,03, enquanto aquela terá recompensa de -R$ 6,85. Os valores monetários são baseados no trabalho de Silveira e Angelo (2017) para a CPFL Paulista em 2017 e em dados referentes a preços de ponto de fixação pagos pela operadora X em cidades atendidas pela CPFL Paulista (como Bauru, Jaú e Botucatu),[10] obtidos através de ofício enviado pela Anatel, a pedido do Ministério da Economia, para diversas operadoras de telecomunicações.

TABELA 7

Recompensas de distribuidora de energia e operadora de telecomunicações X no jogo da ocupação clandestina

Distribuidora de energia CPFL Paulista	Operadora de telecomunicações X	
	Ocupação legal (R$)	Ocupação clandestina
Não fiscaliza	1,03/-6,85	$d_{nf,c}/0$
Fiscaliza	0,20/-6,85	-R$ 1,91/$o_{f,c}$

Elaboração dos autores.

De acordo com Silveira e Angelo (2017), o custo mensal por ponto de compartilhamento para a CPFL Paulista é de $c_t = \text{R\$ } 1{,}91$. Para chegar a esse valor, os custos são detalhados em sete componentes,[11] e um deles contempla inclusive o custo incorrido sem compartilhamento, o qual totaliza $c_{sc} = \text{R\$ } 1{,}08$ ao mês. Logo, os custos que envolvem o compartilhamento perfazem $c_c = \text{R\$ } 0{,}83$ por ponto de fixação.[12]

10. Disponível em: <http://www.arsesp.sp.gov.br/MunicipiosConcedidosPDF/CPFL_PAULISTA_MC.pdf>. Acesso em: 30 maio 2022.

11. Custo de instalação da infraestrutura de telecomunicação, custo mensal de operação e manutenção de infraestrutura de telecomunicação, custo mensal de manutenção adicional, custo inicial do contrato de compartilhamento, custo mensal de gestão do compartilhamento, custo adicional com a gestão do compartilhamento, e componentes do custo incorrido sem compartilhamento.

12. A partir dos custos, os autores propõem o preço final mínimo de locação em R$ 6,20, dada a reversão de 60% da receita acessória para a modicidade tarifária e os 9,25% de PIS e Cofins que incidem sobre a receita bruta de compartilhamento.

As recompensas da tabela 7 se baseiam nesses valores e no pagamento mensal de R$ 6,85 (por ponto de fixação) da operadora X em caso de ocupação legal, e zero caso contrário. Ainda em caso de ocupação legal, a distribuidora de energia tem o direito de receber aproximadamente R$ 2,11 (R$ 6,85 menos os descontos dos valores de modicidade tarifária e tributos). Caso haja fiscalização, é descontado desse valor $c_t = \text{R\$ } 1{,}91$, tal que a recompensa da distribuidora no quadrante inferior esquerdo é de R$ 0,20. Caso opte por não fiscalizar, ainda assim a distribuidora incorre em $c_{sc} = \text{R\$ } 1{,}08$, mas deixa de dispender R$ 0,83 por ponto referente a C_c, tal que sua recompensa passa a ser de R$ 1,03. No caso de ocupações clandestinas, a falta de fiscalização faz com que a operadora tenha recompensa nula, isto é, deixa de efetuar o pagamento de R$ 6,85 por ponto de fixação. Por sua vez, torna-se difícil mensurar a recompensa $d_{nf,c}$ dado que a ocupação clandestina gera problemas de segurança, eficiência técnica, poluição visual, entre outros – as seções seguintes abordarão diferentes hipóteses para tal valor. Em um cenário em que a distribuidora passe a fiscalizar as ocupações clandestinas, assume-se que ela irá incorrer nos custos totais c_t, rendendo-lhe recompensa de -R$ 1,91, enquanto a recompensa da operadora passa a depender da existência (e da magnitude) de possíveis punições pela atuação irregular – como corte de cabos, assunto a ser explorado na próxima seção.

4.1.1 Caso extremo

Diferentes resoluções do jogo do compartilhamento com ocupação clandestina podem acontecer conforme os valores empíricos das recompensas $d_{nf,c}$ e $o_{f,c}$. Esse primeiro caso, denominado extremo,[13] leva em conta duas características principais: i) considera-se que a não fiscalização da ocupação clandestina não cause perdas superiores àquelas obtidas com a fiscalização, tal que $d_{nf,c} > \text{-R\$}1{,}91$; e ii) que a clandestinidade, quando fiscalizada, não seja sinônimo de grande prejuízo, de tal forma que a recompensa da operadora seja equivalente a uma perda inferior ao valor pago pelo ponto de fixação, ou seja, $o_{f,c} > \text{-R\$}6{,}85$.

Avalia-se como *proxy* para $o_{f,c}$ o custo de reposição da fibra ótica em caso de cortes de cabos. Considera-se uma distância média de 35 metros para os vãos entres postes em redes com tensão secundária (ABNT, 2012; Neoenergia, 2022). De forma complementar, de acordo com as especificações de fibra ótica da Anatel (2018), como cabo óptico aéreo dielétrico autossustentado, são considerados valores da ordem de R$ 3,50 por metro de fibra quando da necessidade de instalação ou reposição. Com tais informações, calcula-se o dispêndio por poste em R$ 122,5 para colocação

13. Apesar de caracterizado como extremo, apresenta alguma semelhança com a realidade observada principalmente nos grandes centros urbanos.

de fibra.[14] A título de exemplo, se o corte de cabos ocorre a cada dois anos, o custo mensal de operadoras que atuam clandestinamente para repor a fibra cortada seria da ordem de R$ 5,00 por mês – de fato, inferior ao valor pago pelo ponto.[15] O jogo assume a forma da tabela 8.

TABELA 8

Recompensas mensais de distribuidora de energia e operadora de telecomunicações no jogo da ocupação clandestina versão 1

Distribuidora de energia CPFL Paulista	Operadora de telecomunicações X	
	Ocupação legal (R$)	Ocupação clandestina
Não fiscaliza	1,03/-6,85	$(d_{nf,c} >$ -R$ 1,91)/0$
Fiscaliza	0,20/-6,85	-R$ 1,91/$(o_{f,c} >$ -R$ 6,85)$

Elaboração dos autores.

Nesse cenário, não fiscalizar é uma estratégia estritamente dominante para a distribuidora de energia – isto é, (R$ 1,03 > R$ 0,20) para ocupações legais e $(d_{nf,c} >$ -R$ 1,91)$ para ocupações clandestinas. Da mesma forma, para a operadora de telecomunicações, a ocupação clandestina é estratégia estritamente dominante quando comparada à ocupação legal ($0 >$ -R$ 6,85$ e $o_{f,c} >$ -R$ 6,85$). O equilíbrio de Nash, nesse caso, acontece com ocupação clandestina e sem fiscalização dos pontos de fixação dos postes, tal que a operadora de telecomunicações tenha recompensa nula e a distribuidora, recompensa $d_{nf,c}$.

As interações que ocorrem conforme a configuração do caso extremo colocam luz em como a forma de atuação das distribuidoras influencia a opção das operadoras pela ocupação clandestina. Enquanto os custos da distribuidora – tais quais a perda de eficiência técnica e a menor vida útil dos postes –, frutos da ocupação clandestina, são de difícil mensuração, o custo de reposição da fibra ótica, *proxy* para a recompensa das operadoras que ocupam pontos clandestinamente e têm seus cabos cortados, há verificação empírica relativamente simples. Nesse caso, como as distribuidoras têm determinado controle tanto sobre o valor cobrado pelo ponto de fixação quanto sobre a frequência de fiscalização e o corte de cabos, elas passam a ter certa influência inclusive sobre as estratégias de atuação das operadoras de telecomunicações – por exemplo, a combinação entre um alto valor cobrado pelo ponto de fixação e a baixa frequência de fiscalização elevará as chances de que a ocupação clandestina torne-se uma estratégia estritamente dominante para as operadoras.

14. No exemplo com apenas dois postes, o valor deveria ser dividido por dois. Entretanto, ao considerar um número grande de postes, a relação passa a ser de um para um.

15. Considerando os valores apresentados, desde que a fiscalização ocorra com periodicidade de dezoito meses ou mais (122,5/6,85 = 17,9), a reposição da fibra é menos custosa que o valor mensal de R$ 6,85 pago pelo ponto.

De forma complementar, é possível pensar em como a relação envolvendo fiscalização e punição a operadores clandestinos influencia a perspectiva de existirem estratégias estritamente dominantes para os atores do setor de telecomunicações. Primeiramente, é válido considerar que a fiscalização contínua não necessariamente é sinônimo de corte de cabos, dada a realidade de insegurança jurídica que permeia o processo sancionatório relacionado à fiscalização – por exemplo, prisão de trabalhadores de distribuidoras que cortaram cabos não identificados. Ou seja, a fiscalização em si impacta negativamente a recompensa de operadores clandestinos nos episódios nos quais cabos de fibra ótica em não conformidade são de fato cortados.

Duas combinações de fiscalização e punição são capazes de evitar que a configuração do jogo inclua uma recompensa $o_{f,c}$ menos negativa que o valor pago legalmente ($o_{f,l}$) – situação que torna a ocupação clandestina uma estratégia estritamente dominante. A primeira dessas combinações acontece se a fiscalização for baixa, mas com punição alta o suficiente para que, quando diluída mensalmente, signifique prejuízo superior ao valor pago pela ocupação legal. A segunda, por sua vez, é caracterizada pela situação inversa, na qual a fiscalização é alta e a punição baixa, mas que mesmo assim torna $o_{f,c}$ mais negativa que $o_{f,l}$. Nesses dois casos, como a recompensa dos operadores é mais negativa, sob fiscalização, com a ocupação clandestina, quando comparada à ocupação legal, ocupar pontos clandestinamente não é uma estratégia estritamente dominante.

Porém, o que se observa empiricamente é uma terceira situação na qual tanto a fiscalização quanto a punição são baixas, de forma que a ocupação clandestina de pontos de fixação, mesmo quando fiscalizada, gere prejuízo inferior àquele que ocorreria no caso da ocupação legal, e assim mantenha a estratégia de clandestinidade como estritamente dominante para os operadores. Em termos de *proxies* para $o_{f,c}$, poderia ser argumentado da necessidade em haver punições complementares ao corte de cabos, pois, no caso de baixa fiscalização, o corte das fibras clandestinas, ao considerar o custo de reposição fixo e diluído conforme sua frequência, não seria suficiente para provocar a mudança de estratégia dos respectivos operadores. Nesses casos, uma alternativa seria a aplicação de multas, as quais, em conjunto com o corte das fibras, representariam recompensas mensais mais negativas para a ocupação clandestina ante a ocupação legal.

4.1.2 Caso geral

Uma versão mais completa do jogo envolve a utilização de estratégias mistas, nas quais as definições das recompensas tornam o processo decisório de cada jogador dependente daquele do seu oponente, conforme as seguintes suposições:

- operadora prefere a ocupação clandestina se não há fiscalização;

- operadora prefere atuar legalmente, ou não entrar no mercado, se há fiscalização;
- distribuidora escolhe fiscalizar se a operadora prefere atuar clandestinamente; e
- distribuidora escolhe não fiscalizar se a operadora prefere atuar legalmente.

Um conjunto de recompensas que leva em conta essas quatro suposições, quando aplicado ao jogo da ocupação clandestina, pode ser visto na tabela 9.

TABELA 9

Recompensas mensais de distribuidora de energia e operadora de telecomunicações no jogo da ocupação clandestina versão 2

Distribuidora de energia CPFL Paulista	Operadora de telecomunicações X	
	Ocupação legal (R$)	Ocupação clandestina
Não fiscaliza	1,03/-6,85	$(d_{nf,c} < \text{-R\$ } 1{,}91)/0$
Fiscaliza	0,20/-6,85	$\text{-R\$ } 1{,}91/(o_{f,c} < \text{-R\$ } 6{,}85)$

Elaboração dos autores.

Nessa configuração, as perdas geradas pela ocupação clandestina para a distribuidora superam os custos associados à fiscalização ($d_{nf,c} < \text{-R\$ } 1{,}91$), e a operadora está sujeita a perdas (advindas de punições, custo de reposições de cabos de fibra ótica etc.) superiores ao valor pago pelo aluguel do ponto de fixação, em caso de ocupação clandestina quando surpreendida pela fiscalização ($o_{f,c} < \text{-R\$ } 6{,}85$). Para que tal suposição seja concreta, basta que a fiscalização por parte das distribuidoras de energia (com corte de cabos) ocorra pelo menos a cada dezessete meses, tal que o custo mensal de operadoras que atuam clandestinamente para repor a fibra cortada seja superior a R$ 6,85. Para fiscalizações anuais, tal custo seria, ainda, da ordem de R$ 10,2 – isto é, $|o_{f,c}| \sim 10$.

Com essa configuração, não há estratégias estritamente dominantes para nenhum dos jogadores, nem equilíbrios através dos quais um jogador consiga melhorar sua recompensa apenas mudando a sua estratégia. Nesses casos, o equilíbrio acontece apenas com a adoção de estratégias mistas, as quais envolvem a aplicação de probabilidades à escolha das estratégias. Sendo assim, considera-se que a operadora de telecomunicações escolhe ocupar clandestinamente um poste com probabilidade p e ocupar legalmente com probabilidade (1 - p), enquanto a distribuidora escolhe fiscalizar os pontos de fixação com probabilidade q e não fiscalizar com probabilidade (1 - q).

A estratégia de equilíbrio da distribuidora envolve escolher entre fiscalizar ou não os pontos de fixação de forma a igualar as recompensas esperadas das operadoras, as quais estão

associadas ao ato de ocupar os postes clandestina ou legalmente. As recompensas esperadas das operadoras, ponderadas pelas probabilidades das distribuidoras, são dadas pela equação (40):

$$RE\ (clandestino) = q * o_{f,c} + (1 - q) * o_{nf,c}$$
$$RE\ (legal) = q * o_{f,l} + (1 - q) * o_{nf,l} \quad (40)$$

A probabilidade q é obtida igualando-se as recompensas esperadas e dada pela equação (41):

$$q = \frac{o_{nf,l} - o_{nf,c}}{o_{f,c} - o_{f,l} + o_{nf,l} - o_{nf,c}} \quad (41)$$

No caso em que $o_{f,l}$ e $o_{nf,l}$ são iguais e $o_{nf,c} = 0$, a probabilidade de fiscalização passa a depender da relação entre a recompensa da operadora quando ocupando legalmente sem ser fiscalizada e a recompensa da ocupação clandestina sob fiscalização – isto é, $q = (o_{nf,l}/o_{f,c})$.

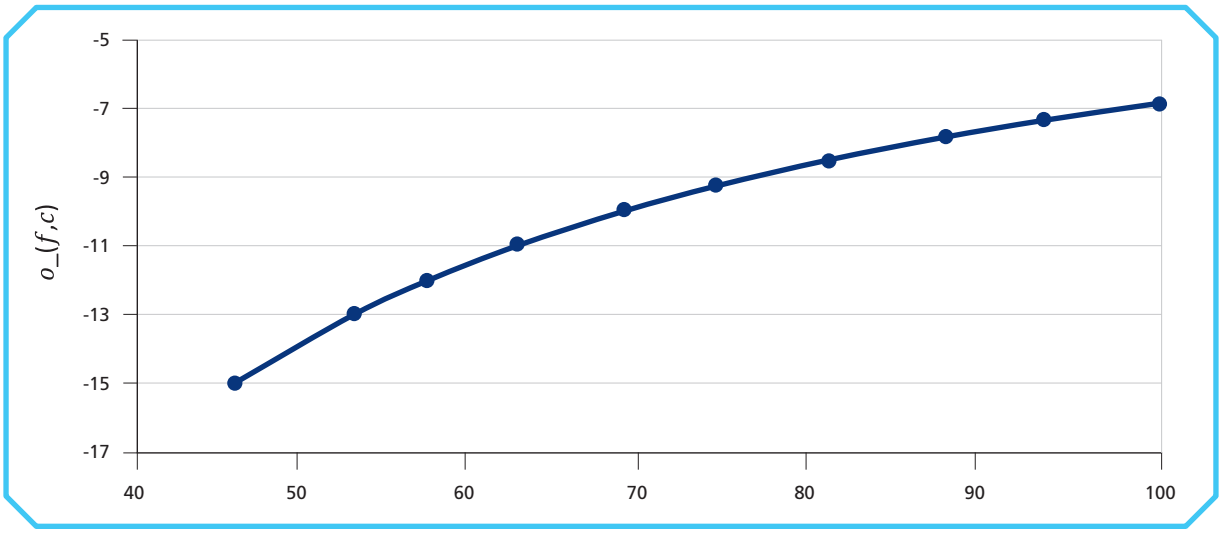
Utilizando os valores da tabela 9, é possível calcular a probabilidade de fiscalização q em função da recompensa $o_{f,c}$ conforme indica a equação (42):

$$q = \frac{-6{,}85}{o_{f,c}} \quad (42)$$

Calcula-se, então, a estratégia mista da distribuidora de energia conforme variações na recompensa $o_{f,c}$. O gráfico 6 ilustra como varia a probabilidade de fiscalização q conforme a recompensa $o_{f,c}$ vai de -R$ 6,85 até -R$ 15; para $o_{f,c} = -10$, a probabilidade de fiscalização é de 68,5%.

GRÁFICO 6

Probabilidade de fiscalização da distribuidora de energia, conforme recompensa $o_{f,c}$



Elaboração dos autores.

A partir do gráfico 6, destaca-se a relação negativa entre a probabilidade de fiscalização da distribuidora e a recompensa $o_{f,c}$, a qual representa o custo de reposição da fibra ótica cortada numa eventual fiscalização. Quanto maior esse valor, menor é o incentivo da distribuidora para proceder com a fiscalização.

Para a operadora de telecomunicações, a escolha da estratégia segue a mesma lógica. Novamente, em termos genéricos conforme o quadro 2:

$$RE\ (não\ fiscaliza) = p * d_{nf,c} + (1-p) * d_{nf,l}$$
$$RE\ (fiscaliza) = p * d_{f,c} + (1-p) * d_{f,l} \quad (43)$$

A probabilidade p é obtida igualando-se as recompensas esperadas:

$$p = \frac{d_{f,l} - d_{nf,l}}{d_{nf,c} - d_{f,c} + d_{f,l} - d_{nf,l}} \quad (44)$$

Nesse caso, o numerador será negativo, dado que $d_{nf,l} > d_{f,l}$,, e a probabilidade de ocupação clandestina será tanto maior quanto mais elevado, em módulo, for o denominador. Este, por sua vez, é dependente de $d_{nf,c}$ - $d_{f,c}$, tal que quanto maior for essa diferença, menor será a probabilidade de ocupação clandestina.

Utilizando os valores da tabela 9, a probabilidade de atuação clandestina em função da recompensa $d_{nf,c}$ é dada pela equação (45):

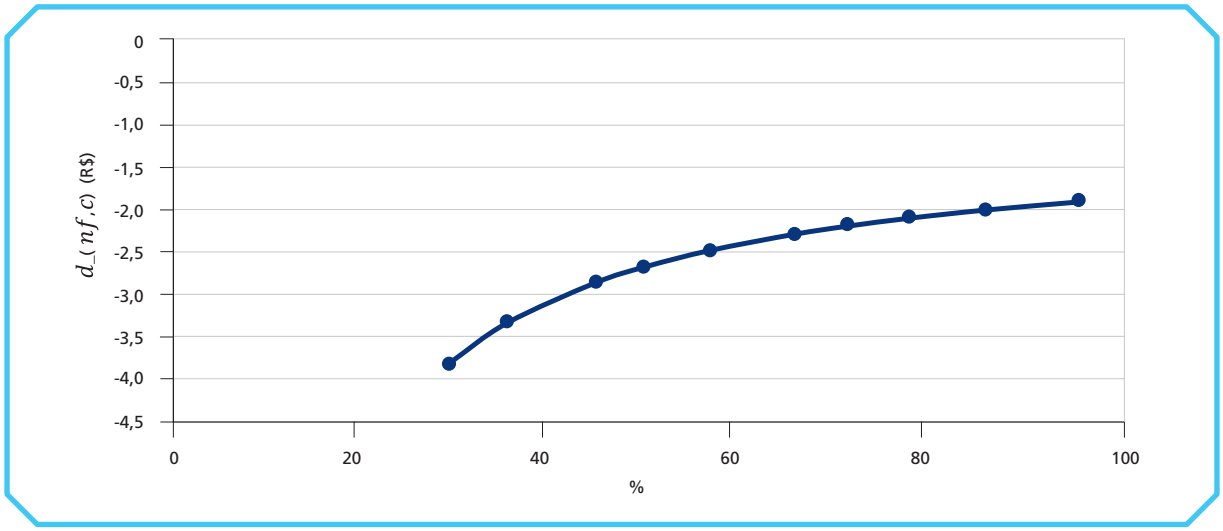
$$p = \frac{-0{,}83}{d_{nf,c} + 1{,}08} \quad (45)$$

A estratégia mista da operadora de telecomunicações dependente de $d_{nf,c}$ é apresentada no gráfico 7, a qual detalha a probabilidade de ocupação clandestina de postes conforme variação da recompensa $d_{nf,c}$ entre -R$ 1,91 e -R$ 3,82.[16]

16. O valor máximo de -R$ 3,82 representaria um acréscimo de 100% nos custos da CPFL Paulista, fruto da ocupação clandestina não fiscalizada.

GRÁFICO 7

Probabilidade de ocupação clandestina pela operadora de telecomunicações, conforme recompensa $d_{nf,c}$



Elaboração dos autores.

Conforme o gráfico 7, a probabilidade de ocupação clandestina pela operadora cresce à medida que a perda da distribuidora se aproxima do valor de seu custo mensal, qual seja, R$ 1,91 para o caso da CPFL Paulista. Quando a ocupação clandestina se traduz em elevação de custo para a distribuidora, isto é, uma recompensa mais negativa no jogo do compartilhamento, a clandestinidade é menos provável de acontecer – conforme a recompensa negativa cresce até pouco menos de R$ 4,00, a probabilidade de ocupação clandestina é reduzida para patamares em torno de 30%.

4.1.3 Custos de fiscalização como porcentagem dos custos de compartilhamento

Um cenário complementar se refere à possibilidade de os custos de fiscalização representarem apenas parte do custo de compartilhamento tal que $c_f = \alpha . c_c$, em que c_f é o custo de fiscalização em si e α é a parcela dos custos de compartilhamento destinada à fiscalização. Nesse cenário, determinada porcentagem de $c_c = R\$\ 0{,}83$ de custos associados ao compartilhamento é destinada à fiscalização dos pontos de fixação enquanto o restante se refere a outros custos de compartilhamento. As equações de recompensa esperada das operadoras assumem a seguinte forma:

$$RE\ (\text{não}\ fiscaliza) = p * d_{nf,c} + (1-p) * 1{,}03$$
$$RE\ (fiscaliza) = p * d_{f,c} + (1-p) * d_{f,l} \quad (46)$$

Em que $d_{f,c} = -(c_f + c_{sc})$, $d_{f,l} = 0{,}6925 * |o_{f,l}| - (c_f + c_{sc})$ e $c_{sc} = R\$\ 1{,}08$.

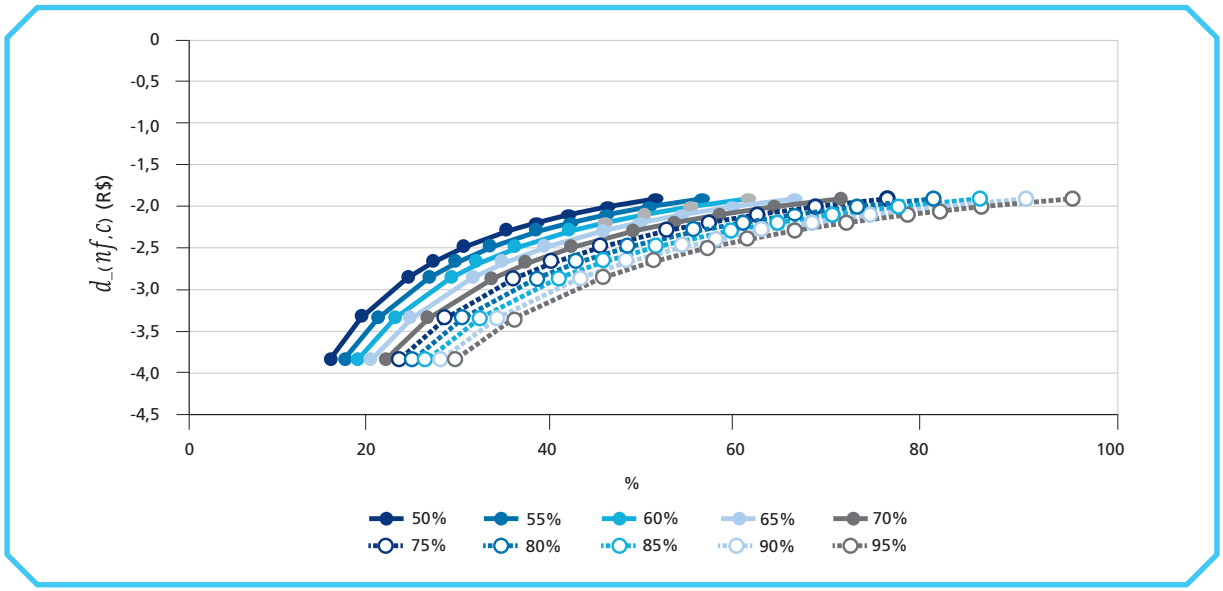
Igualando as recompensas esperadas, determina-se a probabilidade de ocupação clandestina, como na equação (47):

$$p = \frac{d_{f,l} - 1{,}03}{d_{nf,c} - d_{f,c} + d_{f,l} - 1{,}03} \tag{47}$$

O gráfico 8 demonstra as curvas de probabilidade de ocupação clandestina conforme diferentes valores de $d_{nf,c}$ no eixo vertical e α (as diferentes curvas). Assim, $d_{nf,c}$ varia de -R$ 1,91 a -R$ 3,82, ou seja, parte do custo total do ponto de fixação de -R$ 1,91 da CPFL Paulista, com elevação até um patamar no qual a ocupação clandestina não fiscalizada significaria um aumento de 100% em tais custos (-R$ 3,82), enquanto α assume valores entre 50% e 95% – quando $\alpha = 0{,}5$, metade dos custos de compartilhamento é gasta na fiscalização dos pontos de fixação de postes.

GRÁFICO 8

CPFL Paulista: probabilidade de ocupação clandestina pela operadora de telecomunicações, conforme valores de $d_{nf,c}$ e α



Elaboração dos autores.
Obs.: Quando $c_f = \alpha * c_c$.

Os resultados expostos no gráfico 8 evidenciam, primeiramente, a elevação na probabilidade de ocupação clandestina a partir do aumento de α, qual seja, a parcela do custo de compartilhamento destinada à fiscalização. Tal resultado pode parecer contraintuitivo pois maiores quantias

empregadas no ato de fiscalizar, a princípio, desencorajariam a ocupação clandestina. Porém, nesse jogo, a fiscalização é apenas sinônimo de custo para as distribuidoras, de forma que as recompensas advindas de mais fiscalização se tornam mais negativas. Com $d_{f,c}$ mais negativa, a diferença $d_{nf,c}$ - $d_{f,c}$ no denominador de p torna-se menor e, consequentemente, a probabilidade de ocupação clandestina aumenta.

Tão relevantes quanto o efeito de α, elevações na recompensa $d_{nf,c}$ fazem com que a probabilidade de ocupação clandestina aumente, ou seja, conforme as ocupações clandestinas não resultem em prejuízos elevados para a distribuidora de energia, a chance de operadoras ocuparem pontos de fixação clandestinamente cresce. Por exemplo, mantendo o valor de α igual a 50%, a probabilidade de ocupação clandestina sobe de menos de 20% para mais de 50% à medida que $d_{nf,c}$ sai de -R$ 3,82 para -R$ 1,91. Quanto menos onerar a recompensa da distribuidora, maior será a probabilidade de a ocupação clandestina acontecer.

4.2 CPFL Santa Cruz

Um segundo caso com disponibilidade de dados envolve o município de Avaré, o qual é atendido pela distribuidora CPFL Santa Cruz,[17] em que também atua a operadora X. Novamente, o preço pago pela operadora pelo aluguel do ponto de fixação é de R$ 6,85, mas os custos relativos à CPFL Santa Cruz são mais elevados quando comparados à CPFL Paulista. No caso da CPFL Santa Cruz, os diversos custos associados aos pontos de fixação dos postes totalizam mensalmente R$ 3,22 (c_t), dos quais R$ 2,54 são custos associados ao compartilhamento (c_c) e R$ 0,68 representam custos incorridos sem compartilhamento (c_{sc}) (Silveira e Angelo, 2018). O jogo da ocupação clandestina para esse novo cenário, considerando os custos de fiscalização como porcentagem dos custos de compartilhamento, é representado pela tabela 10.

TABELA 10
Recompensas mensais de CPFL Santa Cruz e operadora de telecomunicações X no jogo da ocupação clandestina

Distribuidora de energia CPFL Paulista	Operadora de telecomunicações X	
	Ocupação legal	Ocupação clandestina
Não fiscaliza	R$ 1,43/-R$ 6,85	$d_{nf,c}/0$
Fiscaliza	$d_{f,l}$/-R$ 6,85	$d_{f,c}/o_{f,c}$

Elaboração dos autores.

17. Disponível em: <http://www.arsesp.sp.gov.br/MunicipiosConcedidosPDF/CPFL_SANTA_CRUZ_MC.pdf>. Acesso em: 31 maio 2022.

Na tabela 10, $d_{f,c} = -(c_f + c_{sc})$, $d_{f,l} = 0{,}6925 * |o_{f,l}| - (c_f + c_{sc})$ e $c_f = \alpha * 2{,}54$. A recompensa de R$ 1,43 se refere ao valor de R$ 2,11 recebido pela distribuidora, descontado o custo de R$ 0,68 (incorrido sem compartilhamento).

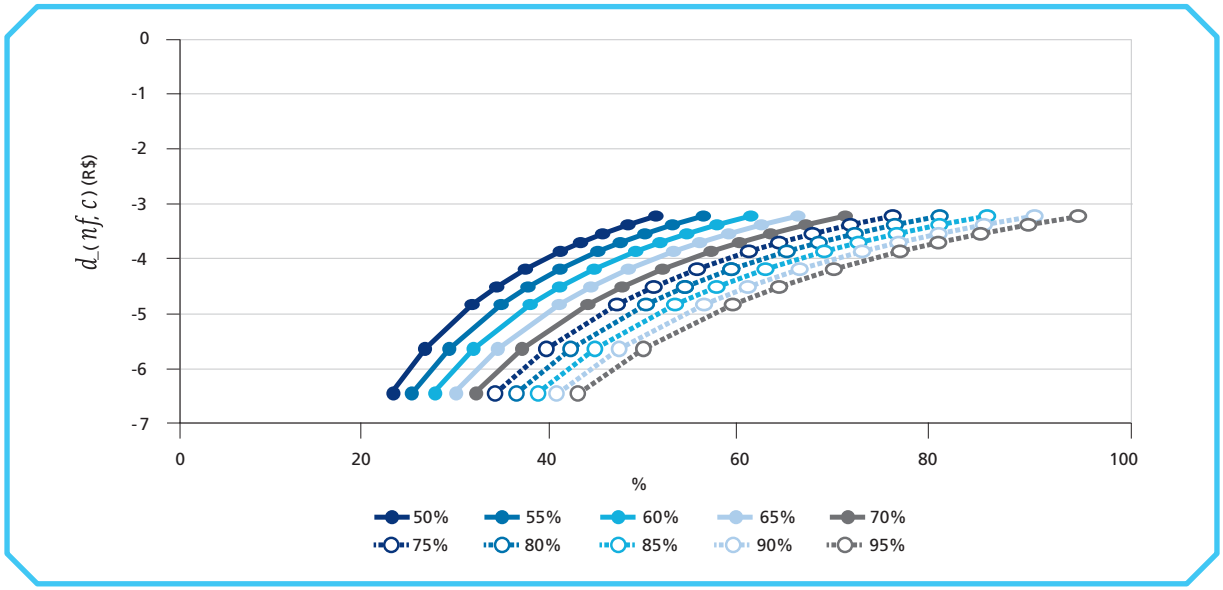
Empregando novamente estratégias mistas para ambos os jogadores, temos as probabilidades de fiscalização e de ocupação clandestina, conforme variações de recompensas dos jogadores. A probabilidade de fiscalização será semelhante àquela já apresentada no gráfico 6, dado que o preço pago pelo ponto de fixação se manteve igual à R$ 6,85. A probabilidade de ocupação clandestina, por sua vez, passa a ser dada por:

$$p = \frac{d_{f,l} - 1{,}43}{d_{nf,c} - d_{f,c} + d_{f,l} - 1{,}43} \tag{48}$$

O gráfico 9 apresenta a probabilidade de ocupação clandestina conforme variações de $d_{nf,c}$ e α para a distribuidora CPFL Santa Cruz.

GRÁFICO 9

CPFL Santa Cruz: probabilidade de ocupação clandestina pela operadora de telecomunicações, conforme valores de $d_{nf,c}$ e α



Elaboração dos autores.
Obs.: Quando $c_f = \alpha * c_c$.

Embora as conclusões gerais sejam semelhantes àquelas baseadas no gráfico 8, algumas diferenças são dignas de nota. No gráfico 9, quando o prejuízo causado à distribuidora pela ocupação clandestina não fiscalizada é 100% maior que o custo total inicial – isto é, $d_{nf,c}$ assume seu valor

mínimo –, a probabilidade de ocupação clandestina é mais elevada quando comparada ao caso da CPFL Paulista, variando de pouco mais de 20% a pouco mais de 40%. Isso se deve a alterações na composição do custo da distribuidora; enquanto o custo com compartilhamento representava apenas 43,5% para a CPFL Paulista (R$ 0,83/R$ 1,91), ele passa a ser de 78,9% para a CPFL Santa Cruz (R$ 2,54/R$ 3,22), tal que o numerador da equação referente a p – equivalente à diferença entre $d_{f,l}$ e $d_{nf,l}$ – torna-se, em módulo, de maior magnitude. Ou seja, mesmo que o denominador se torne mais negativo no cenário da CPFL Santa Cruz, dado que $(d_{nf,c} - d_{f,c})$ é superior, em módulo, à mesma diferença para a CPFL Paulista, o numerador cresce, em módulo, proporcionalmente mais.

Colocando em valores o que foi exposto no parágrafo anterior, a fim de exemplificar as mudanças na probabilidade de ocupação clandestina, considera-se $\alpha = 50\%$ para proceder com o cálculo de $d_{f,c}$, $d_{f,l}$ e, finalmente, p. Para a CPFL Santa Cruz, considerando ainda $d_{nf,c} =$ -R$ 6,44, equivalente a duas vezes o c_t da distribuidora, tem-se que $d_{f,c} =$ -R$ 1,95 e $d_{f,l} =$ R$ 0,16, além do valor dado de $d_{nf,l} =$ R$ 1,43. Nessas circunstâncias, a probabilidade será dada por:

$$p_1 = \frac{(0{,}16 - 1{,}43)}{-6{,}44 - (-1{,}95) + (0{,}16 - 1{,}43)} = \frac{-1{,}27}{-4{,}49 - 1{,}27} = 22{,}1\% \quad (49)$$

Para a CPFL Paulista, mantendo α e considerando $d_{nf,c} =$ -R$ 3,82 (duas vezes menor que $c_t =$ -R$ 1,91), tem-se que $d_{f,c} =$ -R$ 1,5 e $d_{f,l} =$ R$ 0,61, além do valor dado de $d_{nf,l} =$ R$ 1,03. Calcula-se a probabilidade conforme a equação (50):

$$p_2 = \frac{(0{,}61 - 1{,}03)}{-3{,}82 - (-1{,}5) + (0{,}61 - 1{,}03)} = \frac{-0{,}42}{-2{,}32 - 0{,}42} = 15{,}3\% \quad (50)$$

Embora $(d_{nf,c} - d_{f,c})$ seja maior, em módulo, para a CPFL Santa Cruz (R$ 4,49 > R$ 2,32), o que diminuiria a probabilidade de ocupação clandestina, o numerador de é proporcionalmente maior, em módulo, do que aquele de p_2 (R$ 1,27 > R$ 0,42). Novamente, tal característica está associada à distribuição dos custos totais entre custos de compartilhamento e custos sem compartilhamento. À medida que os custos de compartilhamento, e consequentemente de fiscalização – a depender de α –, tornam-se maiores, cresce também o numerador da equação, em módulo, representado pela diferença $(d_{f,l} - d_{nf,l})$, tal que a probabilidade de ocupação clandestina por parte das operadoras de telecomunicações passa a ser maior.

Em geral, os resultados com base na utilização de estratégias mistas indicam que a probabilidade de ocupação clandestina é influenciada por três principais fatores: i) maiores prejuízos ocasionados pela clandestinidade nas recompensas das distribuidoras que optam por não fiscalizar implicam em menores probabilidades de ocupação clandestina; ii) maiores parcelas do custo de compartilhamento destinadas à fiscalização acarretam maiores chances de ocupação clandestina; e iii) quanto mais representativo for o custo de compartilhamento em relação ao

custo total, maior a probabilidade de ocupação clandestina. Tais conclusões, embora pareçam contraintuitivas, passam a fazer sentido pelo fato de a estratégia de fiscalização das distribuidoras, na ótica do jogo, acarretar exclusivamente elevação de seus custos e consequente diminuição das suas respectivas recompensas.

Reitera-se a necessidade de conhecer, em detalhes, os custos gerados para a distribuidora quando da ocupação clandestina não fiscalizada. Enquanto as magnitudes dos prejuízos associados, por exemplo, à redução de vida útil do passivo, ou perdas de eficiência técnica, entre outros, não forem quantificadas empiricamente, é possível que as operadoras assumam que tais perdas sejam irrelevantes e assim tenham maior probabilidade de continuar com ocupações clandestinas. Com o devido detalhamento das perdas potenciais significativas, fruto da clandestinidade, as estratégias mistas das operadoras incluirão essa nova informação quando do cálculo de igualdade das recompensas esperadas, ponderadas pelas respectivas probabilidades, e serão naturalmente influenciadas de forma a diminuir as chances de ocupação clandestina.

Com relação ao significado e a representatividade dos custos associados à fiscalização, a partir da consideração segundo a qual o ato de fiscalizar e seus respectivos custos representam apenas ônus para a recompensa das distribuidoras – afinal, para executar tal atividade elas devem redirecionar parte de sua mão de obra da atividade fim, qual seja, a distribuição de energia, para a fiscalização – tem-se que, quanto maior a sua magnitude, mais negativas ficam as recompensas das distribuidoras ao fiscalizar.

Nesse caso, sendo a probabilidade de ocupação clandestina inversamente proporcional à recompensa da distribuidora ao fiscalizar ocupações legais, tem-se que custos de fiscalização proporcionalmente mais representativos fazem crescer a probabilidade de ocupação clandestina por parte das operadoras de telecomunicações. Para a alteração de tal lógica, faz-se necessária uma ressignificação quanto ao entendimento do ato de fiscalizar como puramente sinônimo de custos para a distribuidora – como existência de externalidades positivas.

De forma complementar, ressurge o debate quanto à alternativa de um operador neutro ser o responsável pelo gerenciamento do aluguel dos pontos de fixação de postes. Como uma das maiores vantagens do operador neutro se dá pelo fato de seu principal serviço ser a própria infraestrutura, coloca-se como seu único objetivo a distribuição dos custos fixos da infraestrutura pelo maior número possível de parceiros.

No caso de sua utilização como administrador dos pontos de fixação de postes, o ato de fiscalizar deixaria de ser sinônimo exclusivamente de custos e passaria a compor um de seus objetivos principais, atividade na qual a má execução seria sinônimo de perdas de receita em potencial.

Portanto, com relação aos incentivos para proceder com a fiscalização dos postes, a utilização de um operador neutro apresenta vantagens, no contexto do jogo do compartilhamento ora apresentado, na medida em que é, em si, uma de suas atividades principais. Fiscalizar não significa deixar de atuar em sua atividade fim e incorrer exclusivamente em custos, mas sim maximizar o número de compartilhamentos nos pontos de fixação dos postes com operadoras que atuem legalmente.

4.3 RGE Sul

O terceiro e último caso abordado neste estudo envolve a distribuidora RGE Sul S.A. Os dados de custo da distribuidora são de Silveira e Angelo (2019) e o preço de R$ 17,06, pago pelo ponto de fixação dos postes em diversas cidades atendidas pela RGE Sul, refere-se à operadora Y, segundo ofício da Anatel a diversas operadoras de telecomunicações. Neste último cenário, os diversos custos associados aos pontos de fixação dos postes totalizam mensalmente R$ 3,94, dos quais R$ 1,12 são custos associados ao compartilhamento e R$ 2,82 representam custos incorridos sem compartilhamento. Logo, do total de R$ 17,06 por ponto recebido nas ocupações legais, descontados os valores de modicidade e tributos, restam R$ 5,25 para a distribuidora. Desse valor são descontados, ainda, os custos de R$ 3,94 e R$ 2,82 para a obtenção das recompensas nos casos de fiscalização e não fiscalização, respectivamente. A tabela 11 apresenta o jogo em sua forma estratégica.

TABELA 11

Recompensas mensais de RGE Sul e operadora de telecomunicações Y no jogo da ocupação clandestina

Distribuidora de energia RGE Sul	Operadora de telecomunicações Y	
	Ocupação legal (R$)	Ocupação clandestina
Não fiscaliza	2,43/-17,06	$d_{nf,c}$/0
Fiscaliza	1,31/-17,06	-R$ 3,94/ $o_{f,c}$

Elaboração dos autores.

Nesse jogo entre RGE Sul e operadora Y, há uma relevante mudança no preço pago pelo ponto de fixação, o qual é quase duas vezes e meia maior quando comparado aos valores pagos pela operadora X no estado de São Paulo. Sendo assim, considerando novamente $o_{f,c} \sim R\$\ 10$, a operadora Y teria uma estratégia estritamente dominante de ocupar clandestinamente os pontos de fixação, dado que (-R$ 10 > -R$ 17,06).[18] Para trabalhar com estratégias mistas, seria preciso

18. Da parte da distribuidora, sabendo que haveria ocupação clandestina, ela teria de escolher entre as recompensas de e -3,94. No caso de ser superior, haveria fiscalização; do contrário, a distribuidora não fiscalizaria.

partir do pressuposto de que $o_{f,c} <$ -R$ 17,06 e $d_{nf,c} <$ -R$ 3,94. Voltando à análise dos custos associados ao corte de cabos de fibra ótica, para que tal custo de reposição desincentive a ocupação clandestina, seria necessário aumentar a frequência de fiscalização, incluindo o corte de cabos, para ao menos uma a cada sete meses. Com esse cenário, diluindo o custo de reposição de R$ 122,5 em sete meses, $o_{f,c}$ assumiria o valor de -R$17,5. Seguindo a mesma lógica, numa periodicidade semestral de cortes, tal recompensa seria de -R$ 20,4.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este texto utilizou as modelagens de equilíbrio parcial e teoria dos jogos para mais bem compreender o compartilhamento dos pontos de fixação de postes, em especial envolvendo a questão da ocupação clandestina, fonte de tantas divergências entre os setores de energia e telecomunicações.

Com relação à modelagem de equilíbrio parcial, a principal conclusão que se tira analisando o trabalho desenvolvido é de que a ocupação irregular afeta de forma significativa a precificação do ponto de fixação. Ou seja, modelos de precificação baseados em custos que não consideram o efeito dessa variável proporcionam resultados econômicos distorcidos para a distribuidora de energia, levando a uma perda de valor econômico para esta última. Assim, buscou-se mostrar aqui o efeito no preço do aluguel do ponto de fixação e nos demais indicadores econômicos dos agentes provocados por tal ato ilícito. Ainda, este estudo traz reflexões sobre o impacto da modicidade tarifária sobre o aumento do preço, levando ao aumento da ocupação irregular e vice-versa.

Ademais, o modelo permite verificar o impacto da ocupação irregular sobre o preço do aluguel do ponto de fixação num cenário de monopólio regulado, variando-se o percentual de ocupação irregular até atingir seu limiar. Analogamente, é possível verificar num cenário regulado com ocupação irregular o impacto da modicidade tarifária sobre o preço do aluguel do ponto de fixação, variando-se o percentual de modicidade tarifária até seu limiar.

Finalmente, o modelo quantifica o impacto da modicidade tarifária sobre a ocupação irregular e a receita da distribuidora de energia elétrica. Ou seja, reflexiona-se sobre como o percentual destinado à modicidade tarifária afeta o preço do aluguel do ponto de fixação, que, por sua vez, provoca um aumento na ocupação irregular, diminuindo a receita da distribuidora de energia elétrica.

No âmbito dos estudos de caso com a aplicação da teoria dos jogos, os quais envolvem a interação estratégica entre dois jogadores – distribuidoras de energia e operadoras de telecomunicações –,

foram avaliados diferentes cenários, desde casos extremos, que resultam em estratégias estritamente dominantes para os dois jogadores, até casos mais gerais, que incluem a utilização de estratégias mistas, as quais baseiam-se em aplicar probabilidades sobre as estratégias puras e visam à minimização de perdas quando do enfrentamento de surpresas desagradáveis de outros jogadores. Este estudo não leva em consideração a fiscalização de distribuidoras quanto a furtos de energia e a possibilidade de se obter economia de custos de monitoramento ao realizar uma fiscalização conjunta, embora seja um tema passível de análise em trabalhos futuros.

Os principais resultados que emergem dessa análise indicam que a probabilidade de ocupação clandestina de pontos de fixação de postes tende a ser influenciada por três principais fatores: i) quanto maior for o prejuízo ocasionado pela clandestinidade na recompensa da distribuidora que opta por não fiscalizar ($d_{nf,c}$), menor será a probabilidade de ocupação clandestina; ii) maiores parcelas do custo de compartilhamento destinadas à fiscalização implicam em maiores chances de ocupações clandestinas; e iii) quanto mais representativo for o custo de compartilhamento em relação ao custo total, maior a probabilidade de ocupação clandestina.

Entre as medidas passíveis de melhorar o cenário de divergências do compartilhamento dos pontos de fixação de postes, demonstra-se como indispensável a quantificação dos prejuízos causados pela ocupação clandestina dos pontos de fixação, em suas diversas manifestações – por exemplo, perdas de eficiência técnica, redução da vida útil do poste, entre outros –, como forma de desincentivar a atuação de operadoras de forma ilegal. Coloca-se, assim, a figura do operador neutro como proeminente no processo de ressignificação da concepção segundo a qual a atividade de fiscalização representa nada mais que custos para quem a performa.

REFERÊNCIAS

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15688**. Redes de distribuição aérea de energia elétrica com condutores nus. Rio de Janeiro: ABNT, 2012.

ANATEL – AGÊNCIA NACIONAL DE TELECOMUNICAÇÕES. **Ato nº 948, de 8 de fevereiro de 2018**. Brasília: Anatel, 2018. Disponível em: <https://informacoes.anatel.gov.br/legislacao/atos-de-certificacao-de-produtos/2018/1164-ato-948>. Acesso em: 17 jun. 2022.

ANEEL – AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Revisão da regulamentação sobre o compartilhamento de infraestruturas entre os setores de energia elétrica e de telecomunicações**. Brasília: Aneel, 2020. (Nota Técnica n. 0041/2020-SRD/SMA/ANEEL).

ANEEL – AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA; ANATEL – AGÊNCIA NACIONAL DE TELECOMUNICAÇÕES. **Consulta pública para análise de impacto regulatório**. Brasília: Aneel; Anatel, 2018. Disponível em: <https://bit.ly/36DSpmC>. Acesso em: 30 maio 2022.

_____. **Análise de impacto regulatório**: revisão da regulamentação de compartilhamento de infraestruturas entre os setores de energia elétrica e de telecomunicações. Brasília: Aneel; Anatel, s.d.

ARAÚJO, A. C. M. de. **Uma proposta de análise de resultado regulatório**: ARR da Resolução Conjunta Aneel/Anatel nº 004/2014. Brasília: Enap, 2019. Disponível em: <https://bit.ly/39sIAcF>. Acesso em: 30 ago. 2021.

BJØRNSKAU, T.; ELVIK, R. Can road traffic law enforcement permanently reduce the number of accidents? **Accident Analysis and Prevention**, v. 24, n. 5, p. 507-520, out. 1992.

BOUSIA, A. *et al*. Game-theoretic infrastructure sharing in multioperator cellular networks. IEEE Transactions on Vehicular Technology, v. 65, n. 5, p. 3326-3341, maio 2016.

CANO, L. *et al*. A non-cooperative game approach for RAN and spectrum sharing in mobile radio networks. *In*: EUROPEAN WIRELESS CONFERENCE, 22., Oulu, 2016. **Proceedings**... Oulu: EW, 2016.

CASOTTI, F. Uma regulação de infraestrutura para chamar de sua: incentivos e responsividade regulatória no uso compartilhado de postes por prestadores de telecomunicações. **Revista de Direito Setorial e Regulatório**, v. 7, n. 1, p. 122-149, 2021.

ELVIK, R. Speed enforcement in Norway: testing a game-theoretic model of the interaction between drivers and the police. **Accident Analysis and Prevention**, v. 84, p. 128-133, nov. 2015.

FIANI, R. **Teoria dos jogos**: com aplicações em economia, administração e ciências sociais. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009.

GARZA, R. M.; RODRÍGUEZ, E. I.; ZABALLOS, A. G. **Transformación digital**: compartición de infraestructura en América Latina y el Caribe. Washington: BID, 2020. Disponível em: <https://publications.iadb.org/publications/spanish/viewer/Transformacion-digital-Comparticion-de-infraestructura-en-America-Latina-y-el-Caribe.pdf>. Acesso em: 8 dez. 2022.

GIBBONS, R. **Game theory for applied economists**. Princeton: Princeton University Press, 1992.

HAUSMAN, J. A.; SIDAK, J. G. Did mandatory unbundling achieve its purpose? Empirical evidence from five countries. **Journal of Competition Law and Economics**, v. 1, n. 1, p. 173-245, 2005.

KPMG. **Sinditelebrasil**: compartilhamento de postes de energia: reordenamento e uso. [s.l.]: [s.n.], 2020.

LCA. **Proposta metodológica para precificação do compartilhamento de infraestrutura**: revisão da Resolução Conjunta nº 4/2014 – Aneel e Anatel. [s.l.]: LCA, 2021.

LENG, B.; MANSOURIFARD, P.; KRISHNAMACHARI, B. Microeconomic analysis of base-station sharing in green cellular networks. *In*: IEEE INFOCOM, Toronto, 2014. **Proceedings**... Toronto: 2014. Disponível em: <http://ieeexplore.ieee.org/document/6848044/>. Acesso em: 12 ago. 2022.

MACMILLAN KECK. **Toolkit on cross-sector infrastructure sharing**. New York: Macmillan Keck, 2017. Disponível em: <https://ddtoolkits.worldbankgroup.org/infra-sharing/cross-sector-infrastructure-sharing-toolkit>. Acesso em: 13 jul. 2021.

MARTINS, B. de A.; ARANGO, L. G.; KUBOTA, L. C. **Análise sobre o enterramento de infraestrutura de redes dos setores de distribuição de energia e telecomunicações**. Rio de Janeiro: Ipea, 2022. (Texto para Discussão, n. 2727). Disponível em: <https://portalantigo.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/TDs/220128_td_2727.pdf>.

MARTINS, B. de A. *et al*. **Avaliação dos conflitos do compartilhamento de postes entre os setores de distribuição de energia e telecomunicações**. Rio de Janeiro: Ipea, 2022. (Texto para Discussão, n. 2752). Disponível em: <https://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/TDs/td_2752.pdf>. Acesso em: 30 maio 2022.

NASH, J. F. The bargaining problem. **Econometrica**, v. 18, n. 2, p. 155, 1950.

_____. Non-cooperative games. **Annals of Mathematics**, v. 54, n. 2, p. 286-295, 1951.

NEOENERGIA. **Norma de Distribuição nº 12**: critérios para elaboração de projetos de rede de distribuição aérea. Rio de Janeiro: Neoenergia, 2022.

NEUMANN, J. von; MORGENSTERN, O. **Theory of games and economic behavior**. 60th anniversary ed. Princeton: Princeton University Press, 2007.

NILLESSEN, P. H.; POLLITT, M. G. Ownership unbundling in electricity distribution: empirical evidence from New Zealand. **Review of Industrial Organization**, v. 38, n. 1, p. 61-93, 2011.

ROSA, M. B. **Caracterização, revisão de literatura e *benchmark* internacional**: compartilhamento de infraestrutura. Brasília: Ipea, 2022. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.38116/td2812>.

SANTIAGO, D. C.; LUCATELLI, H. A. **Regulação distorciva de preços**: modicidade tarifária no Brasil. Brasília: Enap, 2019. Disponível em: <https://repositorio.enap.gov.br/handle/1/4825>. Acesso em: 30 maio 2022.

SILVEIRA, J. A. G. da; ANGELO, C. F. de. **Determinação do preço do ponto de fixação de cabo de telecomunicação no uso compartilhado de postes de uma distribuidora de energia elétrica**: atualização para 2017 do estudo original da Fundação Instituto de Administração de 2002 – relatório específico para a CPFL Paulista. São Paulo: FIA, 2017.

_____. **Determinação do preço do ponto de fixação de cabo de telecomunicação no uso compartilhado de postes de uma distribuidora de energia elétrica**: atualização para 2017 do estudo original da Fundação Instituto de Administração de 2002 – relatório específico para a CPFL Santa Cruz. São Paulo: FIA, 2018.

_____. **Determinação do preço do ponto de fixação de cabo de telecomunicação no uso compartilhado de postes de uma distribuidora de energia elétrica**: atualização para 2017 do estudo original da Fundação Instituto de Administração de 2002 – relatório específico para a RGE Sul Distribuidora de Energia S.A. São Paulo: FIA, 2019.

SUMMANEN, T.; ARMINEN, H. Ownership unbundling in electricity distribution: the Russian experience. **Energy**, v. 161, p. 1199-1210, 2018.

URTI, M. S. **O compartilhamento dos postes de luz nos setores de telecomunicações e distribuição de energia elétrica**. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2021.

VARGENS FILHO, J. R.; FERREIRA JÚNIOR, H. D. O preço do *unbundling* no Brasil: concorrência e universalização na indústria de telecomunicações. **Revista de Economia Contemporânea**, v. 6, n. 1, 2002. Disponível em: <https://revistas.ufrj.br/index.php/rec/article/view/19716>.

WAARD, D. de; ROOIJERS, T. An experimental study to evaluate the effectiveness of different methods and intensities of law enforcement on driving speed on motorways. **Accident Analysis and Prevention**, v. 26, n. 6, p. 751-765, dez. 1994.

WALLSTEN, S.; HAUSLADEN, S. Net neutrality, unbundling, and their effects on international investment in next-generation networks. **Review of Network Economics**, v. 8, n. 1, 2009. Disponível em: <https://www.degruyter.com/document/doi/10.2202/1446-9022.1171/html>.

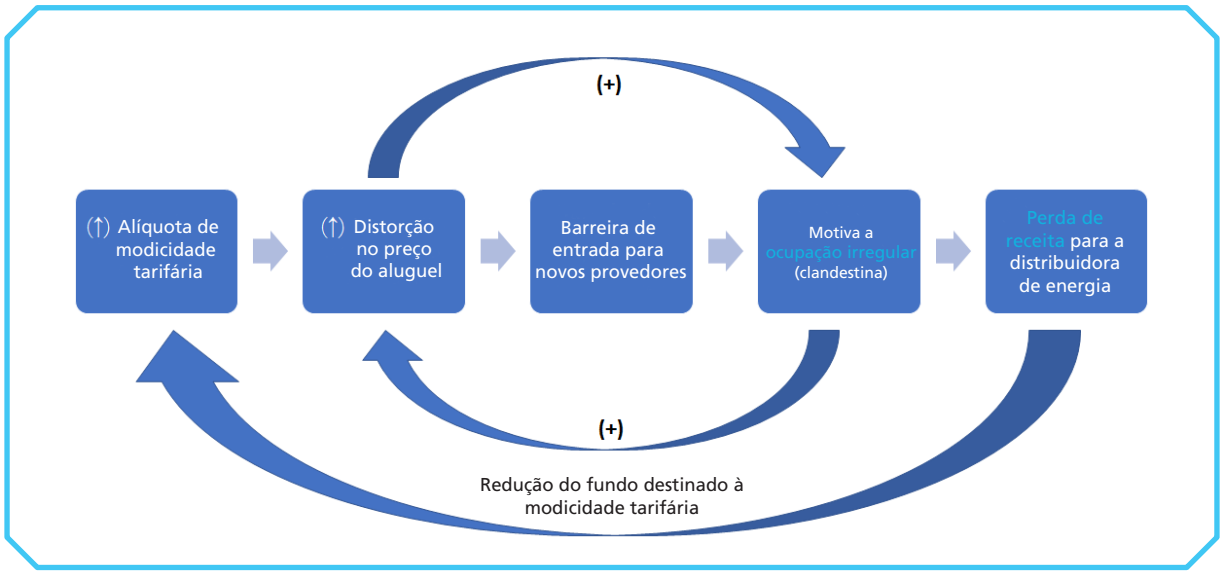
APÊNDICE A

CONSIDERAÇÕES INICIAIS AO MODELO DE EQUILÍBRIO

A ocupação irregular (clandestina ou à revelia) é um dos principais problemas que ocorrem no compartilhamento de infraestrutura entre empresas de distribuição de energia e operadoras de telecomunicações. Ainda, os modelos atuais de precificação do aluguel do ponto de fixação baseados em custos parecem não considerar os efeitos da inadimplência sobre o preço de aluguel do ponto. Assim, o primeiro modelo busca mostrar o impacto da ocupação irregular sobre a precificação do aluguel do ponto de fixação e outros indicadores econômicos dos agentes envolvidos no compartilhamento do poste elétrico, com o intuito de incorporar este efeito e comparar com modelos que não o fazem.

Busca-se, ainda, reflexionar sobre o impacto do fundo financeiro destinado à modicidade tarifária, que provoca um aumento ou distorção no valor do aluguel do ponto de fixação. Essa distorção no preço funciona como uma barreira de entrada para novos provedores, motivando o aumento da ocupação irregular. O aumento da ocupação irregular provoca uma diminuição da receita da distribuidora de energia e consequentemente uma redução na modicidade tarifária. A figura A.1 ilustra esse processo mencionado.

FIGURA A.1
Esquema sobre o impacto da modicidade tarifária



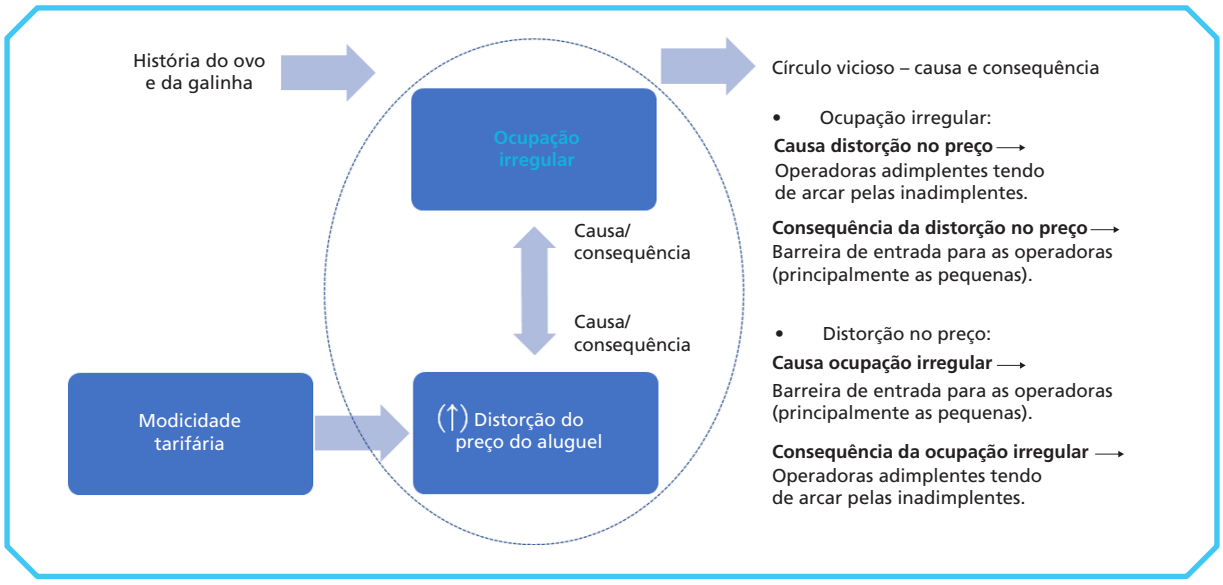
Elaboração dos autores.

Algumas implicações podem ser inferidas a partir da figura A.1:

- pode ocorrer uma ineficiência econômica devido à perda de receita e uma ineficiência técnica motivando a ocupação irregular e dificultando a gestão do ativo; e
- o impacto sobre os pequenos provedores é muito maior do que sobre as grandes operadoras, que suportam um aumento de preço e dificilmente partiriam para uma ocupação irregular.

A figura A.2 busca reflexionar como distorções nos preços (aumento de preços) surgidos a partir de qualquer causa influenciam no nível de ocupação irregular, e também, como o aumento da ocupação irregular pode influenciar na elevação do preço do aluguel. Assim, esse processo entra em um círculo vicioso no qual é difícil saber até qual a origem exata. De forma mais detalhada, o aumento do preço motiva a ocupação irregular por razões econômicas das operadoras de telecomunicações, assim como, o aumento da ocupação irregular gera um aumento no preço do aluguel com o intuito da distribuidora tentar garantir seu equilíbrio econômico-financeiro, cobrando mais das operadoras adimplentes que acabam subsidiando as inadimplentes.

FIGURA A.2
Círculo vicioso da ocupação irregular e da distorção no preço do aluguel do ponto de fixação



Elaboração dos autores.

APÊNDICE B

RECOMPENSAS UTILIZADAS NA SIMULAÇÃO ENVOLVENDO TEORIA DOS JOGOS

TABELA B.1

Recompensas $d_{nf,l}$, $d_{f,l}$ e $d_{f,c}$ das distribuidoras para diferentes valores de α

Variável α (%)	CPFL Paulista			CPFL Santa Cruz		
	$d_{nf,l}$ (R$)	$d_{f,l}$ (R$)	$d_{f,c}$ (R$)	$d_{nf,l}$ (R$)	$d_{f,l}$ (R$)	$d_{f,c}$ (R$)
100	1,03	0,20	-1,91	1,43	-1,11	-3,22
95	1,03	0,24	-1,87	1,43	-0,99	-3,09
90	1,03	0,28	-1,83	1,43	-0,86	-2,97
85	1,03	0,32	-1,79	1,43	-0,73	-2,84
80	1,03	0,36	-1,74	1,43	-0,61	-2,71
75	1,03	0,40	-1,70	1,43	-0,48	-2,59
70	1,03	0,45	-1,66	1,43	-0,35	-2,46
65	1,03	0,49	-1,62	1,43	-0,22	-2,33
60	1,03	0,53	-1,58	1,43	-0,10	-2,20
55	1,03	0,57	-1,54	1,43	0,03	-2,08
50	1,03	0,61	-1,50	1,43	0,16	-1,95

Elaboração dos autores.

TABELA B.2

Recompensa $d_{nf,c}$ das distribuidoras conforme perda causada pela ocupação clandestina

Perda adicional causada pela ocupação clandestina (%)	$d_{nf,c}$ (R$)	
	CPFL Paulista	CPFL Santa Cruz
100	-3,82	-6,44
75	-3,34	-5,64
50	-2,87	-4,83
40	-2,67	-4,51
30	-2,48	-4,19
20	-2,29	-3,86
15	-2,2	-3,7
10	-2,1	-3,54
5	-2,01	-3,38
0	-1,91	-3,22

Elaboração dos autores.

ANEXO

COMPOSIÇÃO DOS CUSTOS INCORRIDOS CONFORME SILVEIRA E ANGELO (2017)

O quadro A.1 representa a composição dos custos incorridos do compartilhamento de postes para uma distribuidora de energia elétrica. Esses custos diretos do compartilhamento foram levantados detalhadamente e estão conceituados nesse mesmo quadro. A soma desses 32 custos representa os custos diretos ou incorridos com o compartilhamento de postes e dividindo-se pelo número de pontos, chega-se ao valor do custo por ponto (G).

QUADRO A.1
Composição do custo incorrido

Código	Item	Descrição
Cit	Custo de instalação da infraestrutura de telecomunicação	-
Ca	Custo de análise do projeto de ocupação	Custo da análise técnica e comercial de um pedido de projeto médio de compartilhamento
Cro	Custo de modificações na rede – remoção/ocupação	Custo para elaboração de projeto de reforço de posteação para atender necessidades de compartilhamento (considerar também projetos não pagos pelos solicitantes)
Cr	Custo de retirada da infraestrutura ao final de sua vida útil	Custo de substituição de um poste ao final da vida útil ou por manutenção não emergencial Considerar também postes com primária e secundária e com compartilhamento (o custo do material e do projeto já é imobilizado e a distribuidora não deve cobrar em duplicata) Considerar ainda os custos não imobilizáveis e perdas no processo: elaboração de cartas, não comparecimentos, atividades de soltar e reafixar os suportes dos compartilhamentos
Cvc	Custo de verificação em campo para acompanhamento da obra	Custo do acompanhamento da obra referente à solicitação de compartilhamento
Ccg	Custo de cadastramento e disponibilização de informações no sistema georreferenciado	Custo do cadastramento do projeto de compartilhamento no sistema georreferenciado na distribuidora
Cape	Custo de análise de projetos específicos em função de necessidade tecnológica de telecom	Custo de análise de projetos com maior número de pontos (cem pontos), incluindo inspeção em campo, identificação de ocupantes etc.
Cf	Custo de fiscalização da fixação dos cabos	Custo de fiscalização para recebimento de projetos de compartilhamento
Cm	Custo mensal de operação e manutenção da infraestrutura de telecomunicação	-

(Continua)

(Continuação)

Código	Item	Descrição
Cno	Custos de notificações ao operador Telecom pedindo regularização	Compreende o levantamento em campo para atualização cadastral a cada cinco anos e o serviço de inspeção para notificação e encaminhamento da notificação
Cat	Custo de atendimento (0800 + atendente)	Custo do atendimento (cinco minutos) a ser aplicado no quantitativo de improcedentes
Cdi	Custo do deslocamento improcedente	Deslocamento improcedente é aquele em que a equipe de emergência, ao chegar ao local da anomalia informada, verifica que não diz respeito à rede elétrica da distribuidora de energia elétrica. O material ou equipamento sob falha pertence à empresa de telecom e não foi causa de nenhuma interrupção a clientes da distribuidora. Portanto, é o custo de deslocamento de uma equipe de emergência da distribuidora, sem que essa equipe realizasse qualquer atividade na rede elétrica. Custo da equipe de campo × tempo padrão da distância média
Cip	Custos de inspeções periódicas para verificação de regularização	Custo de inspeção por poste, por equipe própria ou contratada, para finalidade específica
Cipe	Custo de intervenções preventivas com equipes de campo	Custo referente ao diferencial de tempo entre manutenção em poste sem compartilhamento e com compartilhamento regularizado e autorizado (equivalente a deslocamento de estrutura secundária e ao maior cuidado na poda em função da presença de cabos de ocupantes)
Cmad	Custo mensal de manutenção adicional	-
cri	Custo para reposicionar infraestrutura (situação emergencial)	Custo referente à execução da tarefa de deslocamento do compartilhamento durante o atendimento de emergência e mais o tempo para organizar a rede compartilhada, sustentando-a mediante fixação provisória (inclui tarefa de poda de árvores nos trechos adjacentes)
Cmad	Custo mensal de manutenção adicional por descumprimento de obrigações contratuais pela telecom	Custo adicional da distribuidora para trabalhar em um poste com compartilhamento fora do padrão (dificuldade de acesso, mitigação de risco, levantamento de proprietários para notificação etc.)
Cic	Custo inicial do contrato decompartilhamento	-
Cnc	Custo de negociação	Custo de negociação do novo contrato e quantitativos adicionais
Csjc	Custos com suporte jurídico para celebração do contrato	Discussão com a área jurídica das ocupantes para esclarecimentos de termos e condições do contrato de compartilhamento
Ccc	Custo de cadastro do contrato no sistema	Custo para cadastramento do sistema de gestão de contratos e de gestão do faturamento
cgc	Custo mensal de gestão do compartilhamento	-
cag	Custo de administração e gestão do contrato (analistas e gestor)	-
cfc	Custo com faturamento e controle de arrecadação	-
cgi	Custo com gestão de inadimplência	-
cade	Custo com adequação contratual	-

(Continua)

(Continuação)

Código	Item	Descrição
csj	Custo com suporte Jurídico	Auxílio nas discussões envolvendo descumprimentos das obrigações contratuais e da legislação aplicável ao compartilhamento
cas	Custo para o acompanhamento societário (controladoras/controladas/coligadas)	-
Cagc	Custo adicional com a gestão do compartilhamento	Considerar a periodicidade de cinco anos para a revisão de planos e de dois anos para revisão de normas e instruções, caso não haja durações específicas para os contratos com a distribuidora
Cdani	Custo com desenvolvimento e atualização de normas e instruções	Quando não normatizado pela distribuidora, considerar a periodicidade de cinco anos para a revisão de planos e de dois anos para revisão de normas e instruções
Cepoi	Custo com elaboração do plano de ocupação da infraestrutura	Contempla a necessidade de atualização desse plano
Cabd	Custos com adequação do sistema de base de dados georreferenciada e cadastro	Custo de adequação de sistema e base de dados georreferenciada para permitir a gestão do compartilhamento, conforme Resolução Conjunta nº 4/2014; custo mensal; considerar depreciação em cinco anos; recuperação do WACC
Cjrc	Custos jurídicos para resolução de conflitos	Honorários advocatícios para defesa ou ingresso de ação judicial
Cms	Custos de manutenção de sistemas	-
Chc	Custo para homologação dos contratos e interação com o regulador	-
	Componentes do custo incorrido sem compartilhamento	-
Cie	Custo de instalação da infraestrutura de energia elétrica	Composto por custo da ODI para instalação de um poste com primária, secundária, rede em tangente com a adição do custo da ODI de instalação de um poste com estrutura primária e secundária em fim de linha – topo Cálculo proporcional considerando porcentagem do custo de rede tangente e de rede com estrutura de topo
Cre	Custo de remoção dessa mesma estrutura ao fim da vida útil	Custo composto de substituição de um poste ao final da vida útil ou manutenção preventiva (utiliza mesma proporção de custo para rede em tangente e topo)
cme	Custo mensal de manutenção	Custo médio por quilômetro de rede das atividades de manutenção programada (alteamento, "reesticar" condutores, "reaperto" de estruturas, limpeza de rede, substituição de componentes menores e poda de árvore)

Fonte: Silveira, J. A. G. da; Angelo, C. F. de. *Determinação do preço do ponto de fixação de cabo de telecomunicação no uso compartilhado de postes de uma distribuidora de energia elétrica*: atualização para 2017 do estudo original da Fundação Instituto de Administração de 2002 – relatório específico para a CPFL Paulista. São Paulo: FIA, 2017.

Ipea – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada

EDITORIAL

Coordenação
Aeromilson Trajano de Mesquita

Assistentes da Coordenação
Rafael Augusto Ferreira Cardoso
Samuel Elias de Souza

Supervisão
Aline Cristine Torres da Silva Martins

Revisão
Bruna Oliveira Ranquine da Rocha
Carlos Eduardo Gonçalves de Melo
Elaine Oliveira Couto
Lis Silva Hall
Luciana Bastos Dias
Rebeca Raimundo Cardoso dos Santos
Vivian Barros Volotão Santos
Débora Mello Lopes (estagiária)
Maria Eduarda Mendes Laguardia (estagiária)

Editoração
Aline Cristine Torres da Silva Martins
Mayana Mendes de Mattos
Mayara Barros da Mota

Capa
Aline Cristine Torres da Silva Martins

Projeto Gráfico
Aline Cristine Torres da Silva Martins

The manuscripts in languages other than Portuguese published herein have not been proofread.

Missão do Ipea

Aprimorar as políticas públicas essenciais ao desenvolvimento brasileiro por meio da produção e disseminação de conhecimentos e da assessoria ao Estado nas suas decisões estratégicas.

ISSN 1415-4765

ipea Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada

MINISTÉRIO DO PLANEJAMENTO E ORÇAMENTO

GOVERNO FEDERAL
BRASIL
UNIÃO E RECONSTRUÇÃO