

# Impacto de Mudança Regulatória Sobre os Preços dos Ativos das Empresas do Setor Elétrico Brasileiro

Breno Sampaio<sup>a</sup>, Rafael Azevedo<sup>a</sup>, Feliciano L. Azuaga<sup>b</sup>

<sup>a</sup>*Departamento de Economia, Universidade Federal de Pernambuco, Brasil*

<sup>b</sup>*Departamento de Economia, Universidade do Estado do Mato Grosso, Brasil*

---

## Resumo

O desenho de arcabouços regulatórios é um tópico importante tanto na literatura de finanças quanto na literatura de política energética. Entretanto algumas questões importantes de ambas vertentes permanecem abertas. A primeira questão em finanças trata do impacto do feedback informacional dos agentes regulados e da qualidade da comunicação do regulador para uma implementação mais eficiente de novos marcos regulatórios. Já a literatura de política energética necessita de evidências mais robustas na identificação do sentido do impacto de intervenções regulatórias. Soma-se a isso a escassez de evidências para países em desenvolvimento. Dentro dessa perspectiva o trabalho traz uma nova evidência ao analisar os efeitos de mudanças regulatórias sobre os preços dos ativos das empresas do setor elétrico brasileiro. Utiliza-se como choque o anúncio da Medida Provisória 579, que alterou as regras nos contratos concessão no setor elétrico brasileiro. Usando os métodos *Diff-in-Diff* e *controle sintético* observa-se que após o anúncio da MP em setembro de 2012, os preços dos ativos das empresas do setor elétrico sofreram redução de 37,5% em relação ao grupo de controle.

## Abstract

Institutional design is a important topic as in the finance as in the energy policy literature. However, some important issues from both sides remain open. The first issue from the finances side deals with the impact of informational feedback from regulated agents and with the communication quality of the regulator for a more efficient implementation of regulatory changes. It adds to this the scarcity of evidences from developing countries. Within this perspective, the paper brings a new evidence when analyzing the effects of regulatory changes on the prices of assets from Brazilian electric sector companies. It uses as a shock the announcement of the Provisional Measure 579, altering the rules at the concession contracts from Brazilian electric sector. Using the *Diff-in-Diff* and synthetic control methods, it was possible to identity, after the announcement of the intervention in September 2012 that prices of assets of the companies from the electric sector decreased in 37.5% compared to the control groups.

**Keywords:** Setor Elétrico, Intervenção Governamental, Ativos Financeiros  
Energy Sector, Governmental Intervention, Financial Assets

**JEL Classification:** G11, G38 *Área Anpec:* 8

## 1. Introdução

Os programas de fomento para o setor energético sempre fizeram parte do receituário básico dos governos na concepção de políticas de crescimento econômico (Baer e McDonald, 1998). Os governos buscam aumentar a eficiência do setor energético lançando mão frequentemente de algum nível de intervenção ou mudança regulatória. Contudo, as rápidas mudanças econômicas, geopolíticas e tecnológicas ocorridas nas últimas décadas, acompanhadas do desenvolvimento do mercado de capitais, trouxeram novos desafios para o desenho ótimo de mecanismos regulatórios (Grossman, 2015). O risco de aprisionamento das agências, o desenho de mecanismos adequados e a falta de transparência das políticas são alguns dos principais desafios enfrentados neste novo cenário onde o alto fluxo de informações geradas pelo mercado pode exercer forte influência na condução dos objetivos institucionais (Purnanandam e Weagley, 2016).

As mudanças regulatórias tendem a afetar os preços dos ativos das empresas, pois impactam diretamente as expectativas de fluxo de caixa. No entanto, a depender da mudança regulatória, a direção da relação pode ser pouco conhecida pelo regulador. Desta forma, entender como os preços reagem às mudanças é relevante para melhorar o desenho e a operacionalização de novos mecanismos regulatórios. Isso torna o monitoramento do feedback informacional uma ferramenta essencial para o ajuste fino na implementação das mudanças regulatórias. Bond e Goldstein (2015) apontam que monitoramento das informações emitidas pelo mercado pode também auxiliar na identificação de falhas nas comunicações feitas pelo regulador. Portanto, o atingimento dos objetivos propostos pelo novo arcabouço regulatório depende da capacidade do regulador em comunicar de forma clara seus objetivos e rapidamente realizar ajustes na implementação, caso necessário. Bond, Edmans e Goldstein (2011) trazem uma série de evidências que ressaltam a importância da qualidade do feedback informacional para tomada de decisões de agentes reguladores.

Especificamente para o mercado de energia, a literatura que analisa os efeitos de intervenções sobre ativos de empresas apresenta evidências divergentes quanto as respostas dos agentes econômicos. Berk e Rauch (2016) apresentam evidência do impacto positivo de intervenções regulatórias sobre a percepção dos agentes do mercado de gás e petróleo nos EUA. Já Cont (2011) apresenta uma reação oposta no mercado energético argentino após a introdução de controles de preços e subsídios ao gás. Uma questão secundária em aberto, mas não menos importante, é necessidade de novas evidências para o setor de energia de fontes renováveis.

Neste contexto, este trabalho propõe avaliar os impactos das mudanças regulatórias sobre os preços dos ativos das empresas utilizando uma nova abordagem empírica. Buscou-se uma estratégia de identificação que apontasse uma interpretação causal da relação analisada. Para isso utilizou-se a promulgação da Medida Provisória 579, que alterou o arcabouço regulatório do setor elétrico no Brasil, como um choque sobre os ativos das empresas para identificar o efeito de interesse. Utilizando o método *Diff-in-Diff* para avaliar o efeito que as mudanças

---

*Email addresses:* brenorsampaio@gmail.com (Breno Sampaio), rafael.moura.a@gmail.com (Rafael Azevedo), feliciano.azuaga@unemat.br (Feliciano L. Azuaga)

nas regras tem sobre o valor dos ativos das empresas elétricas no Brasil, busca-se apresentar uma estimação precisa e fundamentada do impacto de uma intervenção regulatória não esperada sobre os preços dos ativos.

Além do método *Diff-in-Diff* utiliza-se o método de *controle sintético* como estratégia empírica adicional para dar maior robustez aos resultados encontrados. A escolha do controle sintético como teste de robustez reside na possibilidade de construção de um contrafactual alternativo através da combinação das características de outras unidades de controle. O contrafactual mais próximo do ideal permite minimizar a influência de *confounders* na identificação da relação causal analisada (Abadie, 2010).

Os preços dos ativos das empresas refletem as percepções dos seus *stakeholders* em relação às expectativas dos fluxos de caixa ao longo do tempo. Interpreta-se que um choque regulatório inesperado pode afetar a trajetória dos preços dos ativos. A intensidade e o sentido desse desvio aponta a percepção dos agentes do mercado sobre as mudanças regulatórias.

Os resultados encontrados pelo método *Diff-in-Diff* mostram que as empresas que foram afetadas diretamente pelas novas regras da MP 579 tiveram a redução no preço dos seus ativos entre 12,1% e 37,5%, dependendo da especificação estimada. Para verificar se os resultados obtidos pelo DID não foram ocasionados por efeitos antecipatórios foi realizado o teste de *Leads and Lags*. Não foram encontrados efeitos antecipatórios significantes antes da intervenção.

O método de *controle sintético* é utilizado neste trabalho como teste de robustez e os resultados gerados reforçam o impacto negativo das mudanças regulatórias sobre os preços dos ativos das empresas do setor elétrico brasileiro. Seguindo recomendação de Abadie (2003) foi realizado um teste *placebo* para afastar a hipótese de aleatoriedade dos resultados encontrados pela estratégia empírica. Os resultados do teste apontam que a tendência observada na unidade tratada não ocorreram por aleatoriedade. Em ambos métodos fica evidente o impacto negativo e a intensidade da intervenção regulatória sobre os preços dos ativos.

O trabalho contribui com a literatura de finanças que explora a utilização do *feedback informacional* como importante ferramenta para monitoramento de intervenções do regulador. Além disso as informações emitidas pelo mercado são um importante guia para o desenho de arcabouços regulatórios e mecanismos de comunicação mais eficientes. Bond e Goldstein (2015) enfatizam a importância desse tópico, pois as ações do governo impactam diretamente a saúde financeira das empresas. Os resultados para o Brasil apontaram que a assimetria na comunicação durante a transição regulatória gerou impactos negativos na percepção dos *stakeholders* e consequentemente no preço dos ativos das empresas.

Outra contribuição relevante do trabalho é apresentar uma nova evidência que amplia o entendimento de como os mercados de energia de fontes renováveis respondem a intervenções regulatórias. A nova evidência amplia o debate sobre política energética e arcabouços regulatórios em regiões e mercados energéticos onde as reformas estruturais são mais recentes e a escassez de recursos para investimentos é maior (Bacon e Besant-Jones, 2001).

Metodologicamente a contribuição do trabalho é quantificar o impacto de uma mudança regulatória sobre ativos financeiros utilizando uma estratégia de identificação mais robusta, através da utilização dos métodos *Diff-in-Diff* e *controle sintético*. De forma geral, os resul-

tados encontrados são relevantes para discussões sobre desenho de mecanismos de regulação, mecanismos de transmissão de informações ao mercado de capitais e seus impactos no setor de energia.

O artigo é estruturado em cinco seções. Após esta introdução são apresentadas na segunda seção as características do setor elétrico brasileiro e uma breve descrição das principais mudanças regulatórias introduzidas pela medida provisória 579. A terceira seção descreve os procedimentos metodológicos. Na quarta seção são apresentados os resultados. E na última seção do artigo são apresentadas as principais conclusões sobre os resultados obtidos.

## **2. Setor Elétrico Brasileiro e a Medida Provisória 579**

Para identificar o impacto da mudança regulatória sobre os preços dos ativos das empresas do setor elétrico utilizou-se como choque a promulgação da medida provisória 579. A medida provisória é um instrumento legal adotado pelo poder executivo, que tem efeito de lei imediatamente após sua publicação, contudo para se tornar lei, a MP precisa ser aprovada pelo congresso. A legislação determina que uma medida provisória só deve ser adotada em casos de relevância ou urgência. Entretanto no Brasil a recomendação é ignorada e o instrumento jurídico é utilizado como mecanismo de regulação econômica constantemente, como apontado pelo levantamento feito por Almeida (2014). Nesta seção será feita uma breve descrição sobre as principais alterações nas regras de regulação trazidas pela MP 579 e o processo de anúncio das medidas.

Em 11 de setembro de 2012, o governo federal brasileiro promulgou a medida provisória 579, que tinha como principal objetivo reduzir o custo da energia elétrica, e assim amenizar dificuldades do setor produtivo brasileiro. Entretanto as novas regras alteravam os acordos relativos a renovação das concessões de geração e transmissão de energia. A medida limitava as margens de ganho dos concessionários e apresentava mudanças na composição da estrutura de preços.

Além desses objetivos formais, a medida provisória também buscava dois outros objetivos políticos indiretos: o primeiro deles era atender as solicitações da Confederação Nacional da Indústria (CNI), que é uma importante representação setorial. O segundo objetivo era conseguir um maior apoio popular usando a redução da tarifa da energia elétrica como instrumento. A captura dos órgãos de regulação pelos setores econômicos com forte lobby é amplamente abordado por Purnanandam e Weagley (2016).

O segundo objetivo ficou evidente com o anúncio da redução da tarifa feito através de um pronunciamento oficial em cadeia de rádio e televisão no dia 6 de setembro, um dia antes da celebração do dia da Independência. As novas regras que permitiriam a redução das tarifas, entretanto, só seriam anunciadas no dia 11 de setembro. Esse fato, por si só, já apresenta um problema de transmissão de informação e transparência dos objetivos da medida. O amplo anúncio da redução contrastou com a ausência de detalhes sobre os mecanismos, que só seriam conhecidos dias depois. A ausência de informações gerou incertezas nos agentes do setor elétrico sobre a condução da política energética e o uso do setor como instrumento para atingir objetivos políticos. Tais patologias informacionais são abordadas por Bond e Goldstein (2015).

É inquestionável o mérito da busca pela redução do preço da energia elétrica para os consumidores. As mudanças regulatórias tornam-se mais palatáveis para sociedade quando atreladas a causas nobres como apontado por Bond e Goldstein (2015). Tal argumento se torna mais evidente ao ressaltar que Brasil possui altas tarifas mesmo possuindo uma matriz predominantemente hidroelétrica, que tipicamente é uma fonte de mais barata de energia. A tabela 1 apresenta a composição da tarifa final da eletricidade no Brasil (ANEEL, 2012).

**Tabela 1:** Composição da Tarifa de Energia Elétrica

Custos	Participação
Técnico e operacional	50,3
Perdas	1,1
Encargos setoriais	17,1
Impostos federais	31,5

Fonte: ANEEL, 2012

Os custos associados a aspectos técnicos e operacionais representam 51,4% do preço final, enquanto a tributação representa 48,6%. Era esperado que as novas regras reduzissem as tarifas através da redução proporcional dos componentes da composição do preço. Entretanto não foi o caso: para obter a redução de 20% através da MP 579, o novo conjunto de regras focou nos custos relacionados a encargos técnicos, operacionais e setoriais, deixando inalterada a tributação.

Em relação aos custos técnicos e operacionais, a MP 579 solicitou que os operadores cujas concessões expirariam até 2015 deveriam confirmar o interesse de renovação até outubro do ano corrente, mesmo sem conhecimento prévio das condições dos novos contratos e sem saber o preço que poderiam cobrar sob as novas regras de regulação. Ao aceitar a renovação, as novas concessões já aplicariam os novos preços a partir de janeiro de 2013. Outra condição imposta era o recebimento de uma indenização relativa à redução das tarifas referente ao período remanescente - o triênio 2013-2015. Essa restituição indenizaria o empresário pelos ativos não depreciados. Entretanto a metodologia de cálculo ainda não havia sido definida e apresentada (de Castro et al., 2013).

A restituição proposta pelo governo oferecia substancialmente um valor menor do que os valores de ativos marcados nos balanços das empresas, o que causaria perda nos investimentos prévios. Caso o concessionário não optasse por renovar as concessões, o negócio continuaria com a mesma taxa acordada previamente até o fim do período. Após a repactuação seria definido um valor residual que seria pago pelos ativos existentes. Neste momento, o governo abriria uma nova rodada de licitações de concessão.

Dois pontos da medida provisória devem ser ressaltados: o primeiro é que a ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica), a agência de regulação do setor, sinalizou que o valor a ser pago pelos ativos seria significativamente menor que o esperado. Já o segundo ponto é que algumas concessões teriam a opção de confirmar a primeira renovação nas regras anteriores, entretanto essa opção aparentemente foi suprimida unilateralmente.

No segmento de transmissão, a dinâmica aplicada seguiu a mesma lógica, logo a remuneração pela tarifa seria recalculada e, portanto, os novos valores das tarifas para o uso do sistema de transmissão seriam atualizados. Unilateralmente, a medida apontava que os ativos anteriores a 2000 já estariam integralmente amortizados. Logo, nenhuma restituição poderia ser realizada pelo governo (Costa, 2014). O segmento de distribuição já passava por processos de revisão tarifária periodicamente, que ajustavam as taxas de retorno e mantinham os valores dos ativos atualizados. Nessa situação o impacto da MP 579 sobre os ativos das empresas teve menor intensidade.

Outro componente da tarifa de energia coberto pela MP 579 refere-se aos encargos regulatórios. As novas regras eliminaram um conjunto de encargos setoriais: a Conta de Consumo de Combustíveis (CCC), Reserva Global de Reversão (RGR) para os distribuidores, os novos projetos de transmissão e concessões estendidos ou de licitação. O custo para consumidor da Conta de Desenvolvimento Energético (CDE) foi limitado a 25% do que era (de Castro et al., 2013).

No geral, a redução de 20% prevista pelo governo, dois terços seriam obtidos do componente operacional e técnico e o restante através da redução dos encargos e contribuições do governo. Note-se que a MP 579 não previu qualquer ajuste fiscal para atingir a meta de reduzir as tarifas. Para lidar com essa mudança no preço das tarifas de energia, seria necessário contribuições anuais da União para a manutenção das atividades de desenvolvimento, antes financiados por esses encargos, que de uma forma ou de outra, continuaria a ser pago pelo contribuinte.

A obrigação de manifestar interesse antes do conhecimento das novas condições de renovação e das novas regras de pagamento das restituições geraram preocupação nos principais investidores do setor. Nos dias seguintes ao anúncio das novas regras, os preços das ações das empresas do setor elétrico listadas na Bolsa de Valores de São Paulo (BOVESPA) apresentaram perdas consideráveis (Assuncao, Takamatsu e Bressan, 2015).

Além das consequências diretas, a MP 579 poderia trazer alguns impactos indiretos. O primeiro refere-se ao impacto sobre o ambiente de contratação regulada. É possível que as taxas de retorno dos projetos de investimento caiam com a redução de cerca de 20% das tarifas da energia e consequentemente novos projetos de investimentos seriam abortados ou adiados (Bacon, 2010). A postergação de execução de novos projetos de geração de energia elétrica poderá causar um descompasso entre oferta e demanda no médio e longo-prazo.

Outro fator relevante ocasionado pela mudança regulatória é que a diminuição da tarifa de energia pode estimular a demanda por eletricidade gerada pela matriz atual. Além disso, a provável queda no preço da eletricidade poderia inibir o desenvolvimento de algumas fontes renováveis da matriz energética brasileira, como energia solar e bioenergia. Esta situação de incerteza favoreceu o fornecimento através de fontes mais caras e mais poluentes, como as usinas termoeletricas. Além disso, independentemente da finalidade da MP 579, observou-se que a proposta não representou uma redução real dos componentes do preço final da eletricidade.

Para uma melhor identificação da relação abordada neste trabalho é condição necessária a característica de aleatoriedade do choque. Tal condição possibilita identificar o mecanismo de transmissão do efeito, além de ressaltar que não ocorreu auto-seleção por parte dos agentes

envolvidos. Logo, utiliza-se a abordagem apresentada por Choi e Varian (2012), que utiliza grande quantidade de informações (*Big Data*) geradas por buscas de termos na internet para analisar tendências econômicas. Essa abordagem vem sendo utilizada como ferramenta de previsão com maior frequência nos trabalhos empíricos em diversas áreas, tais como finanças (Da, Engelberg e Gao, 2011), indicadores de atividade econômica (Vosen e Schmidt, 2011) e de saúde pública (Frijters et al., 2013).

Foi utilizada a ferramenta *Google Trend* que apresenta as tendências de buscas por termos através de índices de intensidade. O índice vai do valor 0 (ponto mínimo) até 100 (pico de busca para o período analisado). Para validar nossa hipótese aleatoriedade buscou-se os termos "MP 579" e "redução preço energia" para todo o período de análise do artigo. Os resultados das buscas dos termos são apresentados na figura 01 e apresentam um aumento vertiginoso apenas após 3º semestre de 2012. Esse comportamento observado valida nossa hipótese de aleatoriedade e dá maior robustez aos resultados que são apresentados pelo trabalho.



**Figura 1:** Tendência de busca por termo

### 3. Estratégias de identificação

#### 3.1. Métodos e Dados

Nesta seção são apresentados os dados e a estratégia empírica utilizada para identificar o efeito causal da intervenção regulatória sobre os preços dos ativos das empresas do setor elétrico brasileiro. As evidências sobre essa relação geralmente utilizam a abordagem metodológica de séries temporais como apresentado por Berk e Rauch (2016). A abordagem de séries temporais para avaliar o impacto de intervenções regulatórias apresentam algumas limitações (Taffarel, 2015).

A principal limitação das séries temporais é que as mudanças no comportamento dos ativos das empresas do setor elétrico podem ser viesados por outras variáveis macroeconômicas. Outra importante limitação do método é que utilizar outro setor como contrafactual não é o mais apropriado, pois tais os setores têm características específicas. Uma simples comparação na evolução dos preços das ações entre o setor elétrico e os outros setores pode não refletir o efeito da intervenção, mas as diferenças nas características pré-intervenção, que afetam o comportamento econômico subsequente (Abadie, 2010).

O trabalho utiliza duas abordagens metodológicas para identificar o efeito mudança causal utilizando duas abordagens: a primeira abordagem é o modelo *Diff-in-Diff* e a segunda é o método de *controle sintético*. É importante ressaltar que uma das principais contribuições do trabalho é avaliar o impacto de uma intervenção sobre o preço dos ativos utilizando dois métodos de identificação complementares.

A base de dados deste artigo utilizou dados financeiros trimestrais de 115 empresas no período de 2006q1 até 2014q3 obtidos da base de dados da ECONOMÁTICA Consultoria. Após checagem dos dados o período foi limitado de 2010q1 até 2014q3 e o número de empresas da amostra foi reduzida para 84. A razão para exclusão das empresas foi a ausência ou descontinuidade na série de dados. Foi utilizado como critério de seleção das empresas estar listada em um dos seis índices setoriais da Bolsa de Valores de São Paulo (BOVESPA).

### 3.2. Método *Diff-in-Diff*

O objetivo do método é identificar o efeito médio de uma mudança regulatória sobre os ativos das empresas do setor elétrico. Compara-se o impacto sobre a variação dos preços das ações das empresas tratadas com o que ocorreria se a intervenção não tivesse sido adotada. Um contrafactual desejado poderia ser obtido através de uma amostra aleatória, entretanto este método experimental não é possível. Devido a tais limitações adotou-se o método *Diff-in-Diff* para construir um contrafactual mais próximo do ideal para estimar o efeito da MP sobre os ativos das empresas.

O método basicamente constrói o contrafactual a partir das empresas não tratadas (grupo de controle). O método tem como hipótese básica que os grupos de controle e tratamento possuem características não observáveis semelhantes, que não modificam ao longo do tempo. Isso possibilita a afirmação que ambos os grupos possuiriam tendências similares na ausência da intervenção. O modelo produz melhores estimativas, contribuindo para uma melhor interpretação do impacto médio sobre a variação do preço das ações das empresas do setor elétrico ocasionado pela MP 579, além de permitir verificar a existência de efeitos antecipatórios. Usamos uma regressão *Diff-in-Diff* proposta pelo trabalho de Card e Krueger (1994). Para isso essa abordagem considerou a seguinte modelo na forma reduzida:

$$Y_{it} = \beta * MP_{it} + \theta X_{it} + \lambda_i + \mu_t + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

Onde  $Y_{it}$  representa a variável dependente;  $X_{it}$  é o vetor das variáveis de controle;  $MP_{it}$  é a variável dummy de tratamento que indica se a empresa "i" foi afetada pela intervenção governamental no período "t";  $\lambda_i$  é o efeito fixo da empresa;  $\mu_t$  é o efeito fixo de tempo e  $\varepsilon_{it}$  é o termo de erro. Além disso também foi adicionado tendência linear das empresas ao longo do período.



A variação no preço das ações foi a variável de interesse escolhida para identificar o efeito da mudança regulatória causada pela MP 579. Foram utilizados como controles: endividamento, EBITDA, taxa interna de retorno (TIR) e resultado líquido. Algumas considerações metodológicas sobre o modelo diff-in-diff devem ser observadas. A primeira é que a adoção da MP 579 para o setor elétrico pode estar correlacionada com alguma característica não observada do setor. Tal suposição invalidaria a comparação entre os grupos de controle e tratamento. Outra consideração relevante está relacionada com as características não observáveis da amostra que variam ao longo do tempo, que poderiam impactar os resultados devido ao viés de variável omitida (Angrist e Pischke, 2008).

### 3.3. Método do Controle Sintético

De acordo com Abadie (2010) pesquisadores sempre estão interessados no impacto de eventos e intervenções políticas. O objetivo dos estudos é detectar os efeitos de uma intervenção sobre alguma variável de interesse. Um modo de resolver este problema é comparar a evolução da variável de interesse do setor elétrico durante a intervenção, com uma combinação ponderada de outros setores, que possa ser comparável com as características do setor elétrico antes da intervenção.

O método de controle sintético é um método estatístico que estima os efeitos de tratamento, quando as unidades de estudo são agregadas (Abadie, 2011). O pressuposto é que uma unidade tratada pode ter um bom contrafactual criado através de uma combinação ponderada das unidades não tratadas, do que qualquer outra unidade não tratada isoladamente ou um conjunto não-ponderado de unidades não tratadas.

A primeira tentativa de responder tais questões utilizando o método de controle sintético foi reproduzir todos os índices setoriais presentes na BOVESPA usando as informações financeiras das empresas que compõem os índices. O objetivo foi criar o Índice de Energia Elétrica (IEE) e seu controle sintético. A primeira estratégia não apresentou um bom controle sintético para o Índice de Energia Elétrica (IEE) devido a limitação no tamanho da amostra.

Segundo Abadie (2011) quando várias unidades recebem simultaneamente o efeito de uma intervenção elas devem ser tratadas antes de ser realizado o procedimento de controle sintético. Então a segunda tentativa foi criar o controle sintético para o IEE utilizando informações das 67 empresas de outros setores. Inicialmente foi criada a empresa média IEE. O critério para criar a ponderação da empresa média foi observar a composição e os pesos atribuídos as empresas, em janeiro de 2005, no índice IEE definido na BOVESPA. O IEE médio foi construído com informações de 14 empresas. As empresas utilizadas para formação do IEE estão listadas no apêndice. Após a criação do IEE médio foi criado o IEE sintético utilizando as informações financeiras de 67 empresas de outros setores disponíveis na base de dados.

A variação no preço das ações foi a variável de interesse escolhida para identificar o efeito do risco regulatório causado pela MP 579. Foi utilizado como critério de pareamento das empresas as seguintes características observáveis: *endividamento*, *EBITDA*, *Taxa interna de retorno (TIR)*, *resultado líquido* e preço das ações em quatro períodos distintos anteriores à intervenção.

O *controle sintético* é um método de estimação não-paramétrico. Como outros métodos de estimativa não-paramétricos, o resultado da estimação é gráfica. Para avaliar se o tratamento teve efeito compara-se os resultados antes e depois do período em que a unidade recebeu o tratamento com o resultado do contrafactual sintético. Uma pré-condição da qualidade do contrafactual sintético é que a trajetória da variável de interesse em relação a unidade tratada no período de pré-tratamento devem ser similares no gráfico (Keele, 2013).

Se a intervenção altera o nível do resultado, uma unidade tratada deve divergir da unidade de controle sintético após a intervenção ser adotada. Pode-se resumir o efeito do tratamento de um modo paramétrico ao estimar a diferença média entre os resultados dos tratados e dos controles no período pós-tratamento. Ou seja, mensura-se a diferença entre os resultados tratados e sintéticos em cada período pós-tratamento e, em seguida, toma-se a média para este conjunto de diferenças.

## 4. Resultados

Nesta seção são apresentados os resultados, que estão divididos em duas partes. Na primeira parte são apresentados os resultados obtidos pelo modelo *Diff-in-Diff*, que identificam o impacto da mudança regulatória sobre o preço dos ativos. Em seguida é apresentado o teste de robustez *Leads and Lags*. Na segunda parte é apresentado o tratamento dos dados e os resultados obtidos através do método de *controle sintético*.

### 4.1. *Diff-in-diff*

Na tabela 02 são apresentados os resultados das estimações realizadas para identificar o impacto da mudança regulatória sobre o preço dos ativos. Na coluna 1 é apresentado a estimação para o efeito da MP sobre o preço dos ativos. Nesta primeira estimação foi utilizado os controles adicionais e o efeito fixo para os trimestres. Na coluna 3 acrescenta-se o efeito-fixo para as empresas analisadas e na coluna 3 adiciona-se a tendência das empresas. Os resultados apresentados nas colunas 1, 2 e 3 implicam que, após a edição da MP 579, os preços dos ativos tiveram redução de aproximadamente 12.8% , 11.8% e 37.5% para as empresas do setor de energia. As variações com controles, efeitos fixos e tendências reforçam a relação observada.

**Tabela 2:** Impacto da MP 579 sobre ativos das Empresas - 2010-2013

Variáveis	Log Preço Ação		
	OLS (1)	OLS (2)	OLS (3)
MP 579	-0.121* (0.0736)	-0.118*** (0.0402)	-0.375*** (0.0500)
Constante	2.778*** (0.0704)	2.437*** (0.0736)	2.259*** (0.214)
Controles	Sim	Sim	Sim
Trimestre FE	Sim	Sim	Sim
Empresa FE		Sim	Sim
Tendência Empresa			Sim
Observações	1,515	1,515	1,515
R-squared	0.038	0.814	0.937

Note: Trimestre e Empresa são um conjunto de dummies de trimestres e empresas, respectivamente. Erros-padrão robustos estão entre parênteses. \*\*\*  $p < 0.01$ , \*\*  $p < 0.05$ , \*  $p < 0.1$ .

Para reforçar o resultado foi estimado os coeficientes dos efeitos pré-tratamento e pós-tratamento, um teste de robustez comum na abordagem *Diff-in-Diff*. O uso do *Leads and Lags* testa a hipótese da tendência comum entre os grupos tratados e controle. O método identifica a partir de qual momento o efeito estimado afeta as empresas tratadas. Outra vantagem é verificar se há algum impacto anterior que pode ser atribuído as características não observadas das empresas. Atribuímos, portanto, o tratamento para períodos anteriores e posteriores a promulgação da MP. Utilizar os períodos anteriores ao tratamento possibilita verificar efeitos antecipatórios, caso estes sejam estatisticamente significantes. Se nossa hipótese de identificação está correta, não esperamos que as antecipações tenham qualquer relevância estatística para explicar as mudanças nos preços dos ativos. Isto é justamente o que ocorre e é apresentado na tabela 03.

**Tabela 3:** Leads and Lags

Períodos	(1) OLS
Lead= t-2	-0.0679 (0.0523)
Lead= t-1	0.0465 (0.0418)
Lag= t+1	-0.298*** (0.0495)
Lag= t+2	-0.206*** (0.0526)
Controles	Sim
Observações	1,515
$R^2$	0.938

Nota: Na coluna 1 foi estimada via OLS o modelo apresentado na equação básica utilizando momentos alternativos pré-tratamentos (t-3,t-2,t-1) e pós-tratamentos (t+1, t+2) em relação ao momento do tratamento.

#### 4.2. Resultados do Controle sintético

O controle sintético tem como objetivo construir um contrafactual através da combinação das características de outras unidades de controle. A forma de combinar os controles é definido através de um procedimento estatístico que busca mimetizar a unidade tratada através de uma ponderação. A combinação entre as empresas utilizadas como controle, representada por  $J$  e o vetor de pesos não negativos que somados são iguais a 1, representado por  $\mathbf{W} = (w_1, \dots, w_J)'$  um  $(J \times 1)$  é o mecanismo que constrói o contrafactual adequado. O escalar  $w_j$  ( $j=1, \dots, J$ ) representa o peso da empresa  $j$  no IEE sintético. Cada valor diferente para  $W$  gera um IEE sintético diferente, e assim a escolha de um subconjunto válido de setores de controle é definido na escolha dos pesos  $W$ . Os pesos são escolhidos para que empresas se assemelhem ao atual IEE antes da intervenção. Deixe  $X_1$  se um  $(K \times 1)$  vetor de valores das variáveis pré-intervenção para o setor elétrico.

Deixe  $X_0$  ser uma matriz  $(K \times J)$  que contém o valor das mesmas variáveis para  $J$  possíveis empresas de controle. Deixe  $V$  ser uma matriz diagonal componentes não-negativas. Os valores dos elementos da diagonal de  $V$  reflete a importância relativa dos precursores. O vetor de pesos  $W^*$  é escolhido para minimizar  $(X_1 - X_0 W)' V (X_1 - X_0 W)$  sujeito à  $w_j \geq 0$  ( $j = 1, 2, \dots, J$ ) e  $w_1 \dots w_J = 1$ .

O vetor  $W^*$  define a combinação de empresas de controle que não sofreram intervenção que melhor se ajusta ao setor elétrico nos determinantes do preço das ações no início da intervenção. Assim  $W^*$  depende da matriz  $V$  e a escolha da matriz  $V$  poderia ser subjetiva, refletindo nosso conhecimento anterior sobre a importância relativa de uma característica

observável particular que afete o preço da ação.

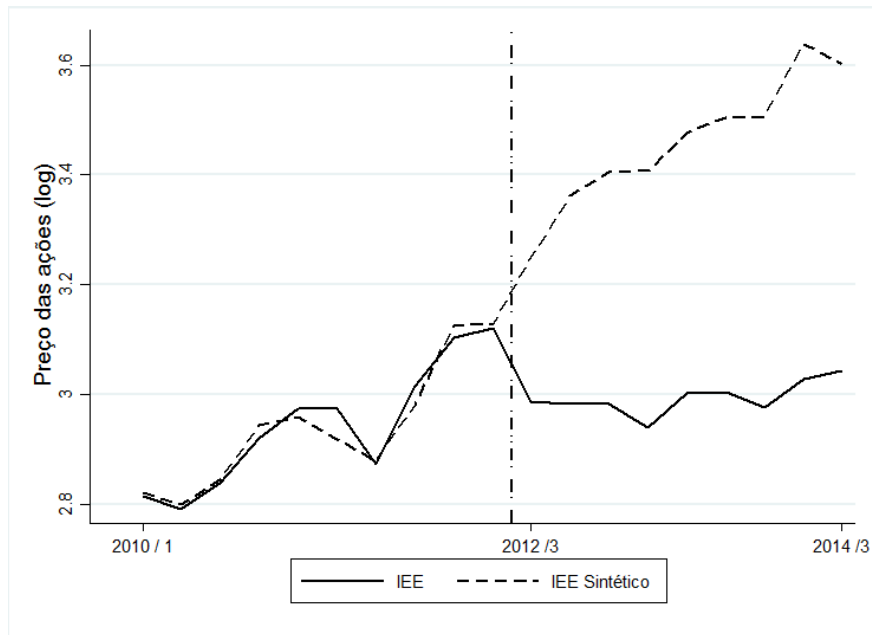
A ponderação ótima  $W^*$  apresenta valores positivos para as 67 empresas. A seleção destas empresas por procedimento como controles para o setor elétrico usando uma inspeção visual dos dados revela que os valores das características pré-intervenção para essas empresas são comparáveis aos valores das características pré-intervenção para o setor elétrico.

A Tabela 4 dá uma indicação de como a combinação ponderada das empresas reproduz os valores das características observáveis para o setor elétrico antes da intervenção. Como esperado, o setor elétrico sintético parece próximo ao real. Deixe  $Y_1$  ser um vetor  $(T \times 1)$  cujos elementos são os valores do preço da ação para o setor elétrico durante os períodos de tempo  $t$ . Deixe  $Y_0$  ser uma matriz  $(T \times J)$  que contém os valores das mesmas variáveis para o controle do setor elétrico. Nosso objetivo é aproximar a trajetória que o preço das ações que o setor elétrico teria percorrido na ausência de intervenção. Esta tendência do preço da ação de controle é calculado como o preço das ações do setor elétrico sintético,  $Y_1^* = Y_0 W^*$ .

**Tabela 4:** IEE X IEE Sintético

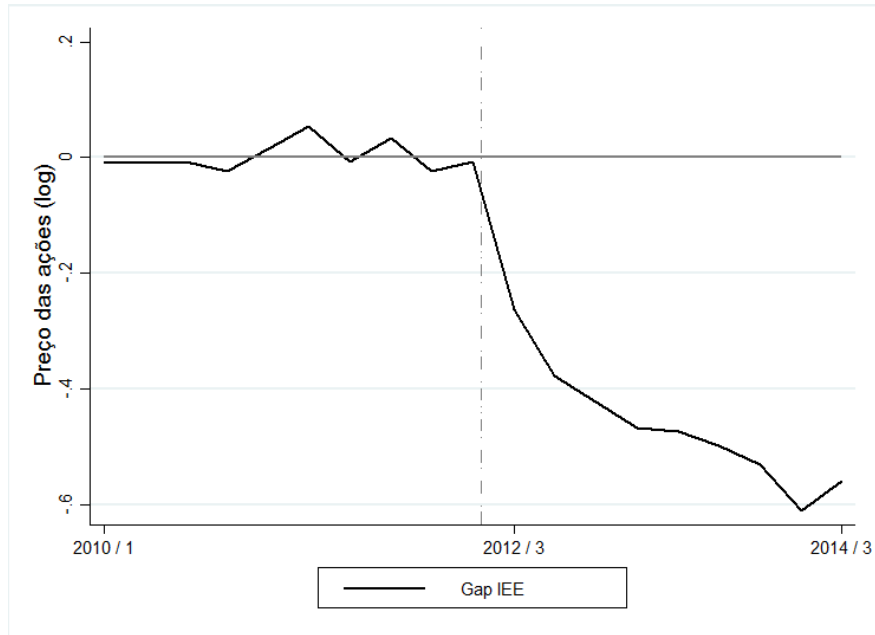
	IEE	IEE Sintético
Endividamento	61.52	61.65
TIR	29.16	29.24
EBITDA	38.01	38.15
Resultado Líquido	570007.2	570453.7
Log preço ação(1)	2.81	2.82
Log preço ação(3)	2.84	2.84
Log preço ação(7)	2.87	2.88
Log preço ação(10)	3.12	3.12

A figura 2 apresenta  $Y_1$  e  $Y_1^*$  para o período de 2010q1-2014q3. IEE e IEE sintético parecem ter comportamento similar até 2012q2. Após 2012q3 quando é anunciado as mudanças nas regras do setor elétrico, a tendência do preço das ações de IEE e de IEE sintético divergem. A variável de interesse de IEE cai aproximadamente 50% abaixo do seu controle sintético. A redução parece permanecer até o fim do período analisado.



**Figura 2:** Tendência no preço das ações: IEE vs.IEE Sintético

Já a figura 3 apresenta a diferença no preço das ações (log),  $Y_1 - Y_1^*$ , como uma variação da MP 579, que é a diferença na tendência entre o preço das ações das empresas do IEE e IEE sintético. Isto sugere que o risco regulatório causado pela intervenção teve um efeito negativo sobre o setor de energia elétrica. A magnitude do impacto estimado na MP 579 é substancial. Os resultados sugerem que durante o período 2012q3-2014q3 houve um declínio dos preços das ações do setor elétrico. É evidente que a partir da intervenção, os preços das ações de empresas do setor elétrico foram ajustado negativamente, devido intervenções e insegurança jurídica dos contratos.



**Figura 3:** Diferença no preço das ações entre IEE vs. IEE Sintético

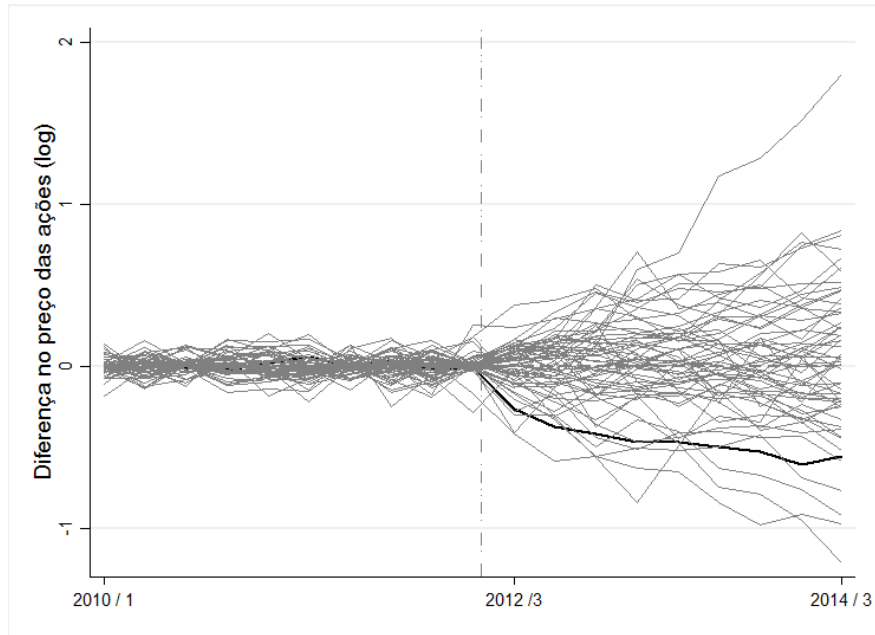
#### 4.3. Teste de Robustez

#### 4.4. Placebo

Pode ser questionado se tais resultados seriam conduzidos inteiramente por acontecimentos aleatórios. É necessário avaliar sua significância. O teste placebo auxilia a responder esse tipo de questionamento (Abadie, 2003). No teste placebo, uma das empresas do grupo de controle no qual a unidade sintética foi construída é utilizada como unidade tratada. Aplica-se o método de controle sintético a esta unidade e repete-se o processo para cada empresa do grupo de controle. O teste mostra o conjunto de estimações onde é possível comparar as unidades de controle, criando um conjunto de placebos estimados (Abadie, 2010).

É possível verificar se o impacto sobre a unidade tratada é maior ou menor em relação as estimações de todas as outras empresa no grupo de controle, quando se compara todos os placebos estimado com a verdadeira unidade tratada. Se as diferenças dos placebos criados for de magnitude similar ao encontrado para IEE, então a interpretação é que a análise não possibilita uma evidência significativa do efeito negativo da MP 579 sobre o setor elétrico. Entretanto o teste placebo mostra que a diferença encontrada para IEE é maior que as diferenças encontradas para as empresas não afetadas diretamente pela MP 579. Portanto a interpretação é que a análise forneceu uma evidência significativa sobre o efeito negativo da MP 579 sobre o preço das ações das empresas do setor elétrico (Abadie, 2010).

A inferência estatística do efeito do risco regulatório pode ser verificado através da diferença na tendência do preço das ações entre IEE e IEE sintético pós intervenção. Desde que os fatores de produção permaneçam fixos no curto prazo, espera-se que a intervenção tenha um efeito sobre a variável de interesse. A figura 4 apresenta o teste placebo com um critério de corte mais restrito. Foram excluídos as empresas que possuem um (MSPE)



**Figura 4:** Empresas com MSPE pré-MP 5 vezes maior que IEE

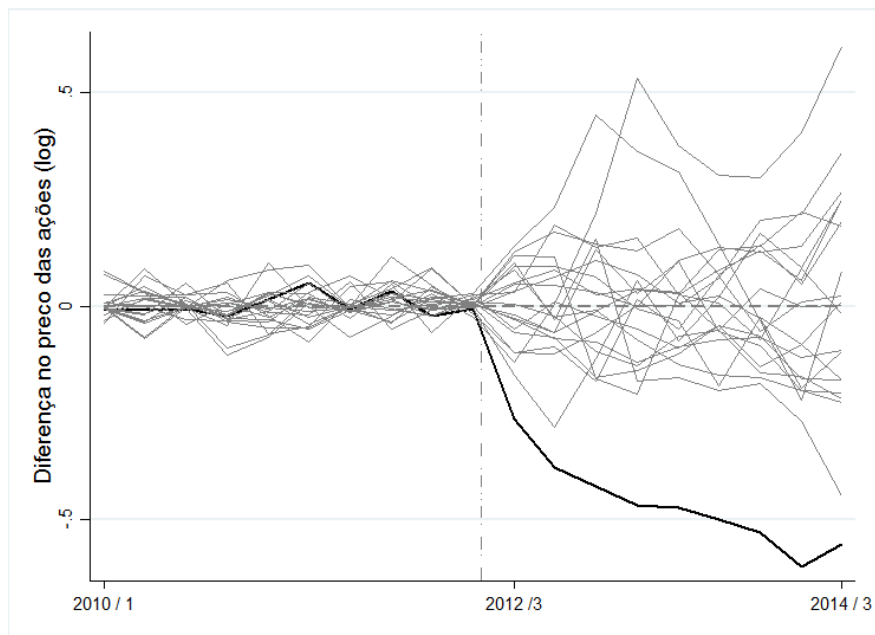
pré-intervenção 5 vezes maior que do IEE. Cinquenta e sete empresas permaneceram na amostra. A figura 5 analisa apenas as companhias com um ajuste muito similar ao IEE no período pré-intervenção, portanto apenas empresas com MSPE não superior a 2 vezes ao do IEE no período pré-intervenção.

Observa-se a relação da distribuição das diferenças para a 20 empresas restantes na Figura 5, logo a diferença para IEE parece incomum. O gráfico evidencia torna que a diferença entre a estimativa do IEE para o período 2012q3-2014q3 é maior que as diferenças das empresas do grupo de controle. O gráfico incluiu apenas 20 empresas de controle, portanto a probabilidade de uma diferença estimada para IEE tenha ocorrido devido a aleatoriedade é inferior a 5%.

Existem algumas dificuldades que podem ser evitadas quando as estimativas do placebo que não estão bem ajustadas. Para isso utiliza-se a razão entre o MPSE pré-intervenção em relação ao MPSE pós-intervenção como um teste estatístico para cada unidade (Abadie, 2010). É uma forma alternativa de avaliar a diferença entre o IEE e as estimativas obtidas pelos placebos comparando as taxas de distribuição do MPSE pré e pós-intervenção (Keele, 2013). Se a relação de MSPE para a unidade tratada é maior em comparação as unidades de placebo, a probabilidade o resultado ser explicado por eventos aleatórios é pequena. Isso permite calcular um p-valor exato para a estimativa de cada unidade tratada.

Quando a amostra é pequena pode-se usar o limite de 0,10 em vez do nível padrão de 0,05 antes de decidir a possibilidade de rejeitar a hipótese nula, pois as amostras pequenas podem ser limitantes em inferências com nível de significância mais rigoroso (Keele, 2013). A proporção calculada para IEE é o terceiro maior quando se compara com todas as outras empresas da amostra (68 empresas). Ao atribuir a intervenção à aleatoriedade nos dados, a





**Figura 5:** Empresas com MSPE pré-MP 2 vezes maior que IEE

probabilidade de se obter uma taxa pós/pré-MP tão grande quanto IEE é  $3/68 = 0,044$ .

## 5. Conclusões

A qualidade na comunicação das agências reguladoras junto aos agentes de mercado, o *feedback informacional* e o impacto das mudanças regulatórias sobre a percepção do mercado de capitais são tópicos relevantes na literatura de finanças. Utilizando a edição da MP 579 como evidência para reforçar a relação de mudanças regulatória sobre o preço dos ativos de empresas de energia, espera-se contribuir para o desenho de marcos regulatórios mais eficientes. É importante ressaltar que a análise sobre os mecanismos da MP 579 feitos após alguns anos parece muito trivial, mas não é essa a situação do agente que está em um ambiente de incertezas tendo que assimilar as informações disponíveis e tomar decisões de investimentos.

Encontramos um evidência que mostra um impacto negativo de uma mudança regulatória sobre os preços dos ativos das empresas do setor elétrico no Brasil. Particularmente, estimamos, usando o método *Diff-in-Diff*, que uma mudança brusca nas regras de concessão e remuneração das concessões do setor elétrico brasileiro provocados pela edição da medida provisória 579, reduziu o preço médio dos ativos das empresas do segmento na BOVESPA entre 11.8% e 37.5%, entre as especificações. Através de um teste de *Leads and Lags* identifica-se também que não houveram efeitos antecipatórios.

Os resultados também são consistente com os obtidos através do método de controle sintético. Foi utilizada metodologia desenvolvida por Abadie (2003) para avaliar setores específicos agregando informações das unidades (empresas). Visualmente, é perceptível o comportamento anormal em relação ao controle sintético no período posterior ao anúncio

da MP. A construção do contrafactual utilizando as informações financeiras de 67 empresas listadas nos índices setoriais permite uma melhor percepção do impacto da MP 579 sobre os ativos do setor de energia elétrica. O uso do teste placebo e do teste de inferência sustentam o resultado encontrado.

As principais contribuições do artigo são apontar uma nova evidência do impacto de uma mudança regulatória sobre o setor elétrico em um país em desenvolvimento, tanto o segmento específico quanto a região são mais escassos na literatura. Outra contribuição é utilizar duas abordagens metodológicas para apontar um resultado mais robusto na identificação do efeitos estudado.

Ficou evidente que a MP 579 trouxe um risco regulatório não esperado ao setor elétrico quando foi anunciado em 2012q3. A queda no preço dos ativos das empresas do setor elétrico brasileiro captura a percepção dos investidores.

## Referências

- Abadie, A.e.H.J., Alberto e Diamond. 2011. “Synth: An r package for synthetic control methods in comparative case studies.” *Journal of Statistical Software* 42.
- . 2010. “Synthetic control methods for comparative case studies: Estimating the effect of California’s tobacco control program.” *Journal of the American Statistical Association* 105.
- Abadie, J., Alberto e Gardeazabal. 2003. “The economic costs of conflict: A case study of the Basque Country.” *American economic review*, pp. 113–132.
- Almeida, A. 2014. “Informação, delegação e processo legislativo: a política das medidas provisórias.” Relatório de pesquisa, Texto para Discussão, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA).
- ANEEL. 2012. “Relatório ANEEL 2012.”, pp. .
- Angrist, J.D., e J.S. Pischke. 2008. *Mostly harmless econometrics: An empiricist’s companion*. Princeton university press.
- Assuncao, T.N., R.T. Takamatsu, e V.G.F. Bressan. 2015. “Impacts of the 579 act in Brazilian electric sector companies’ stock returns/Os impactos da medida provisoria 579 nos retornos das acoes de companhias de energia eletrica/El impacto de la medida provisional 579 en la rentabilidad de las acciones de empresas de electricidad.” *Revista De Gestao, Finanzas E Contabilidade* 5:38–54.
- Bacon, E.e.K.M., Robert e Ley. 2010. “Subsidies in the energy sector: an overview.” *Background Paper, World Bank Group Energy Sector Strategy, Washington, DC*. [http://siteresources.worldbank.org/EXTESC/Resources/Subsidy\\_background\\_paper.pdf](http://siteresources.worldbank.org/EXTESC/Resources/Subsidy_background_paper.pdf), pp. .
- Bacon, R., e J. Besant-Jones. 2001. “Global electric power reform, privatization, and liberalization of the electric power industry in developing countries 1.” *Annual Review of Energy and the Environment* 26:331–359.
- Baer, W., e C. McDonald. 1998. “A return to the past? Brazil’s privatization of public utilities: The case of the electric power sector.” *The Quarterly Review of Economics and Finance* 38:503–523.
- Berk, I., e J. Rauch. 2016. “Regulatory interventions in the {US} oil and gas sector: How do the stock markets perceive the CFTC’s announcements during the 2008 financial crisis?” *Energy Economics* 54:337 – 348.
- Bond, P., A. Edmans, e I. Goldstein. 2011. “The real effects of financial markets.” Relatório de pesquisa, National Bureau of Economic Research.
- Bond, P., e I. Goldstein. 2015. “Government intervention and information aggregation by prices.” *The Journal of Finance* 70:2777–2812.
- Card, D., e A.B. Krueger. 1994. “Minimum wages and employment: A case study of the fast-food industry in New Jersey and Pennsylvania.” *The American Economic Review* 84:772.
- Choi, H., e H. Varian. 2012. “Predicting the present with Google Trends.” *Economic Record* 88:2–9.
- Cont, P.e.N.F.H., Walter e Hancevic. 2011. “Energy populism and household welfare.”, pp. .

- Costa, L.R. 2014. “Atuação e intervenção estatal: instabilidade regulatória no setor elétrico brasileiro sob a perspectiva da MP 579/2012.”, pp. .
- Da, Z., J. Engelberg, e P. Gao. 2011. “In Search of Attention.” *The Journal of Finance* 66:1461–1499.
- de Castro, N.J., R. Brandão, G. Dantas, e R. Rosental. 2013. “O processo de Reestruturação do Setor Elétrico Brasileiro e os Impactos da MP 579.”, pp. .
- Frijters, P., D.W. Johnston, G. Lordan, e M.A. Shields. 2013. “Exploring the relationship between macro-economic conditions and problem drinking as captured by Google searches in the US.” *Social Science & Medicine* 84:61–68.
- Grossman, P.Z. 2015. “Energy shocks, crises and the policy process: A review of theory and application.” *Energy Policy* 77:56–69.
- Keele, N.e.M.C.H., Luke e Malhotra. 2013. “Do term limits restrain state fiscal policy? Approaches for causal inference in assessing the effects of legislative institutions.” *Legislative Studies Quarterly* 38:291–326.
- Purnanandam, A., e D. Weagley. 2016. “Can Markets Discipline Government Agencies? Evidence from the Weather Derivatives Market.” *The Journal of Finance* 71:303–334.
- Taffarel, W.V.e.C.A.e.D.V.C.P.e.D.C.J.M., Marinês e Da Silva. 2015. “The Brazilian Electricity Energy Market: The Role of Regulatory Content Intensity and Its Impact on Capital Shares Risk.” *International Journal of Energy Economics and Policy* 5:288–304.
- Vosen, S., e T. Schmidt. 2011. “Forecasting private consumption: survey-based indicators vs. Google trends.” *Journal of Forecasting* 30:565–578.