

RESTRIÇÕES A ROBÔS EM PREGÕES ELETRÔNICOS: IMPACTOS NOS LEILÕES DE CAFÉ DO COMPRASNET

ANDRÉ MENEGATTI^{*}
CLAUDIO R. LUCINDA[†]

Resumo

O estudo analisa os impactos econômicos de duas regras que restringiram o uso de programas de computador para submissão automática de lances em pregões eletrônicos do Comprasnet. A “Regra dos 20s” impôs o intervalo mínimo de 20 segundos entre lances subsequentes de um mesmo fornecedor. A “Regra dos 3s” impôs o intervalo mínimo de 3 segundos para cobrir a melhor oferta. A Regra dos 3s teria causado um aumento de preços de aproximadamente 15%, correspondendo a um aumento de R\$ 7,5 milhões nos gastos do Governo Federal com aquisição de café entre janeiro de 2014 e dezembro de 2015.

Palavras-chave: lances automáticos; leilões; diferenças em diferenças.

Abstract

This study is focused on the economic effects of two rules aimed at constraining the usage of computer programs for automatic bidding in online government purchases in Comprasnet. The “20s rule” mandated a minimum 20 seconds between bids from the same supplier. The “3s rule” mandated a minimum interval of 3 seconds for another bid to cover the best bid. Results show the 3 seconds rule cause a price increase of approximately 15%, corresponding to an increase of BRL 7.5 million in Federal Government coffee purchases between January 2014 and December 2015.

Keywords: electronic bidding; auctions; differences in differences.

JEL classification: D44, C70

DOI: <http://dx.doi.org/10.11606/1980-5330/ea184717>

^{*} Universidade de São Paulo, FEA-RP.

[†] Universidade de São Paulo, FEA. E-mail: claudiolucinda@usp.br

1 Introdução

O presente estudo tem o objetivo de estudar os impactos econômicos de regras que restringiram o uso de programas de computador para submissão automática de lances nos pregões eletrônicos do Comprasnet, principal plataforma de compras governamentais em nível federal.

O Governo Federal é indisputavelmente o maior comprador de bens ou serviços no Brasil. Apenas no ano de 2018, a Administração Pública Federal contratou mais de R\$ 37 bilhões, dos quais cerca de 40% foram contratados por meio de pregões eletrônicos realizados no Comprasnet.¹ O pregão eletrônico é um procedimento licitatório simplificado, destinado à aquisição de bens e produtos simples, estruturado sob a forma de leilão de menor preço e realizado inteiramente via internet. Tendo em vista o volume de transações realizadas por meio desse instrumento, percebe-se que significativa economia de recursos públicos pode advir de regras e expedientes tecnológicos que permitam ao Governo Federal contratar a preços mais favoráveis.

Sabe-se que desde 2010, pelo menos, algumas empresas já recorriam a programas de computador - os chamados “robôs” - para submeter lances de forma rápida e automática no Comprasnet, como mencionado em TCU (2011). Essa estratégia era particularmente interessante em razão das regras que governavam o encerramento dos pregões eletrônicos realizados na plataforma até outubro de 2019. Nos termos do Decreto n. 5.450/2005, a partir do momento em que o pregoeiro² determinava o encerramento do leilão, o sistema avisava os participantes sobre o fim iminente da disputa, mas a recepção de lances somente era encerrada após o transcurso de prazo aleatório de até trinta minutos. Conhecido como “encerramento aleatório”, esse mecanismo tinha o objetivo de estimular a competição. Como o valor da melhor proposta era exibido em tempo real a todos os participantes, estes eram incentivados a oferecer lances inferiores a fim de vencer a licitação, que poderia acabar a qualquer momento.

Em um regime de encerramento aleatório, as chances de um fornecedor ganhar um leilão são equivalentes à proporção do tempo em que permanece na liderança da disputa. Dessa forma, com o auxílio de programas de computador capazes de responder rapidamente aos lances de concorrentes, fornecedores podiam assegurar suas chances de ganhar os leilões sem precisar oferecer descontos substanciais. Isso ajuda a explicar o crescimento do uso dos robôs nos pregões eletrônicos, bem como o surgimento de empresas especializadas em oferecer esse tipo de *software* e serviços relacionados.

Entretanto, a disseminação da prática veio acompanhada de questionamentos acerca de sua legalidade, sobretudo em virtude de potencial conflito com os princípios constitucionais da isonomia e da igualdade de condições entre os licitantes. Nesse cenário, a Secretaria de Logística e Tecnologia da Informação do Ministério do Planejamento (SLTI/MP), então responsável pela infraestrutura técnica do Comprasnet³, passou a adotar medidas que restringiram progressivamente o uso de robôs nos pregões eletrônicos realizados na plataforma.

¹Dados disponíveis no Painel de Compras do Governo Federal: <<http://paineldecompras.economia.gov.br/contratos>>. Acesso em 17 mar. 2020.

²Pregoeiro é o funcionário público encarregado de conduzir o pregão.

³Com a reforma ministerial de 01/01/2019, a gestão do Comprasnet passou a ser responsabilidade do Ministério da Economia.

A primeira mudança regulatória a limitar o uso de robôs de maneira efetiva foi a implementação, em janeiro de 2012, da regra do intervalo mínimo de 20 segundos entre lances de um mesmo fornecedor (“Regra dos 20s”). Sob essa regra, para submeter um novo lance, um participante precisava esperar 20 segundos, contados a partir de seu último lance. Em janeiro de 2014, foi implementada, adicionalmente, a regra do intervalo mínimo de três segundos para cobrir a melhor oferta (“Regra dos 3s”). Com a Regra dos 3s, os participantes interessados em cobrir o melhor lance oferecido por um concorrente passaram a ser obrigados a esperar 3 segundos desde sua submissão. Lances em desacordo com as regras de intervalo mínimo eram automaticamente bloqueados pelo sistema do Comprasnet.

Apesar dessas medidas, robôs continuaram a ser utilizados e não houve um posicionamento claro por parte das autoridades acerca da legalidade da prática. O debate regulatório acerca do uso de robôs permanece aberto. Há, inclusive, o projeto de lei 1.592/2011 que visa a proibir completamente o uso de *software* para submissão automática de lances, prevendo de pena de proibição de participar em licitação no caso de uso tecnologia. Todavia, até o momento não se sabe de qualquer estudo sobre as consequências econômicas das regras de intervalo mínimo, tampouco sobre o uso de robôs no Comprasnet.

O uso de robôs nos pregões eletrônicos guarda relações com uma prática conhecida como “*sniping*”, que consiste na realização de lances nos instantes finais de leilões *online*. O *sniping* é comum em plataformas privadas de leilões como o eBay e, ainda que possa ser realizado manualmente, geralmente é implementado de forma automatizada por meio de programas de computador.

À semelhança do uso de robôs nos pregões brasileiros antes do advento das medidas restritivas, um dos objetivos do *sniping* é eliminar a oportunidade de reação dos concorrentes, permitindo ao usuário ganhar o leilão com um lance marginalmente inferior ao que até então liderava a disputa, mesmo que seus concorrentes estejam dispostos a oferecer lances melhores. Nesse aspecto, é importante observar que um dos objetivos das regras de intervalo mínimo foi justamente o de garantir tempo razoável para que os participantes pudessem reagir aos lances registrados por robôs, dificultando a adoção de estratégia semelhante ao *sniping*.

A princípio seria de se esperar que o uso livre de robôs resultasse em preços mais baixos para o Governo Federal, pois a concorrência entre robôs aproximaria os preços do custo marginal dos fornecedores participantes. Nesse caso, as regras de intervalo mínimo poderiam ter o efeito indesejado de aumentar os preços dos contratos. Além disso, sob o regime de encerramento aleatório, as regras de intervalo mínimo também poderiam induzir ineficiência alocativa ao limitar a capacidade de resposta dos participantes, que assim podem se ver surpreendidos pelo fim da disputa sem conseguir oferecer proposta melhor do que a de seu concorrente - apesar de estarem dispostos a aceitar um preço mais baixo. Essa possibilidade se alinha a considerações da literatura acerca das características do regime de encerramento aleatório do Comprasnet (CELIKTEMUR; SZERMAN, 2012; OLIVEIRA; FABREGAS MASLOVET; FAZEKAS, 2019).

Por outro lado, como explorado pela literatura no caso do *sniping*, (BACKUS *et al.*, 2015), o uso irrestrito de robôs poderia resultar na redução do número de participantes nos leilões, em virtude do aumento de barreiras à entrada ou mesmo da saída de fornecedores que se sentem injustiçados diante do uso da tecnologia. Caso esse efeito seja relevante, é possível que o uso irrestrito de

robôs resulte, na verdade, em menor competição. Nesse cenário, as regras de intervalo mínimo poderiam preservar a vitalidade da plataforma de leilões, com o efeito de exercer pressão negativa sobre os preços.

Diante dessas duas possibilidades postas pelos dois parágrafos anteriores, tem-se o questionamento endereçado nesse estudo: *quais os impactos das regras de intervalo mínimo nos preços e no número de participantes dos pregões eletrônicos do Comprasnet?* A fim de enfrentar essa pergunta, a estratégia empírica utilizada se baseia na aplicação de um modelo de diferenças em diferenças. Para a análise do contrafactual, considera-se como grupo de controle os pregões eletrônicos realizados na Bolsa Eletrônica de Compras de São Paulo (BEC), plataforma semelhante ao Comprasnet, mas que não foi atingida pelas regras de intervalo mínimo. Para mitigar problemas decorrentes de heterogeneidade não observada, optou-se por considerar apenas leilões de compra de café torrado e moído, produto notavelmente simples e homogêneo. Além disso, são considerados apenas leilões realizados entre março de 2011 e dezembro de 2015, período para o qual não se tem conhecimento de outras mudanças regulatórias nos pregões eletrônicos da BEC e do Comprasnet.

No que diz respeito à Regra dos 20s, não foi possível descartar a hipótese nula de ausência de efeitos sobre preços. Não obstante, os resultados indicam que a Regra dos 3s está associada a um aumento no preço médio do café adquirido pelo Governo Federal. O aumento verificado foi da ordem de 16,5% quando se consideram os leilões de café realizados por órgãos do Governo Federal de todo o Brasil e de 15,95%⁴ para a amostra restrita a leilões de entidades da Administração Pública Federal com sede no Estado de São Paulo. De acordo com esses resultados, estima-se que a Regra dos 3s tenha ocasionado um aumento de gastos públicos com café de aproximadamente R\$7,5 milhões, entre janeiro de 2014 e dezembro de 2015. Considerando apenas compras de café do Governo Federal no Estado de São Paulo, o aumento de gastos causado pela Regra dos 3s é estimado em R\$360 mil, ao longo do mesmo período.

Em relação aos efeitos sobre o número de participantes, os resultados indicam ter havido entrada de fornecedores nos leilões de café do Comprasnet após a introdução das regras de intervalo mínimo. Essa conclusão seria compatível com a motivação da mudança regulatória no sentido de preservar a isonomia e tornar as disputas atrativas para fornecedores que não utilizam tecnologias de automação dos lances. No entanto, a interpretação causal dos resultados referentes a número de participantes deve ser feita com mais cautela, diante de indícios de possível violação da hipótese de paralelismo de tendências.

Dado o atual quadro de insegurança jurídica no que se refere ao uso de robôs em pregões eletrônicos, bem como a ausência de trabalhos anteriores sobre o tema, espera-se que este estudo subsidie a tomada de decisão por parte de autoridades competentes e formuladores de políticas públicas. Além disso, uma vez que o Brasil foi um dos primeiros países a adotar um modelo digital de compras governamentais em larga escala, e tendo em vista a crescente adoção de licitações eletrônicas no mundo, sobretudo em países em desenvolvimento (ASIAN DEVELOPMENT BANK, 2013), espera-se que a relevância deste estudo não se limite às fronteiras nacionais, podendo vir a informar decisões regulatórias no exterior.

⁴exp 0,153 – 1 e exp 0,148 – 1, respectivamente.

Este trabalho organiza-se da seguinte forma. A seguir, na seção 2, é apresentada a literatura sobre o tema. Na seção 3, detalham-se a estratégia empírica e os dados utilizados. Os resultados são apresentados a seguir, na seção 4. Por fim, as considerações finais são apresentadas na seção 5.

2 Leilões online e a prática de *sniping*

Erguendo-se a partir dessas distinções básicas, a literatura sobre leilões apresentou grande avanço nas últimas décadas. Para um panorama dessa evolução, vide Klemperer (1999). No entanto, apesar de alguns trabalhos empíricos importantes como Hendricks e Paarsch (1995) e Laffont (1997), até o final da década de 1990 a maior parte dos trabalhos teve caráter eminentemente teórico. Contudo, a popularização da internet e o sucesso de plataformas de leilões online como o eBay renovaram o interesse pelo tema, abrindo novas frentes de pesquisa.

No ano de 2000, em análise descritiva detalhada sobre leilões online, Lucking-Reiley (2000) chamou atenção, pela primeira vez, para algumas das questões que esses leilões levantam sob o ponto de vista da teoria econômica, tais como: análise dos incentivos associados às taxas cobradas de vendedores e compradores, previsão de produtos a serem vendidos e identificação de formatos ótimos de leilões. A passagem dos leilões para meio eletrônico facilitou a execução das disputas, proporcionou maior flexibilidade na definição das regras aplicáveis e ampliou o acesso aos dados. Nesse novo cenário, ao lado do interesse teórico sobre leilões online, há um crescente número de contribuições empíricas sobre o assunto.

Grande parte dos trabalhos sobre leilões online trata de disputas realizadas em plataformas privadas como o eBay e o Amazon Auctions⁵, caracterizadas pelo modelo conhecido como *proxy bidding* - ou “sistema de lances por procuração”, em tradução livre. Em leilões desse tipo há um incremento mínimo entre os lances e os valores submetidos por cada participante são interpretados pelo sistema como preços de reserva (*i.e.*, valor máximo que o participante estaria disposto a pagar). Na descrição do modelo de *proxy bidding*, comumente se utiliza a ficção de que o sistema atualiza os lances automaticamente em nome do participante⁶, aumentando conforme o incremento mínimo, até cobrir o melhor lance proposto por um concorrente, desde que não ultrapasse o preço de reserva informado pelo participante. Na prática, esse processo ocorre de forma instantânea. A cada momento, o valor do melhor “lance atual” exibido a todos os participantes é equivalente ao segundo maior preço de reserva somado ao incremento mínimo. Embora os participantes sejam informados do “lance atual”, a identidade de quem está na liderança da disputa geralmente não é divulgada. Os preços de reserva não são informados aos participantes, tampouco ao vendedor.⁷

Nesse tipo de leilão, um participante que submete o preço de reserva mais elevado logo no começo da disputa irá pagar apenas o preço de reserva do segundo colocado, mais o incremento mínimo. Portanto, segundo a teoria

⁵A plataforma de leilões da Amazon foi criada em 1999 para rivalizar com o eBay, mas foi descontinuada em poucos anos. Vide <<https://www.businessinsider.com/amazon-products-services-failed-discontinued-2019-3>>. Acesso em 15 de out. de 2020.

⁶Daí a expressão “*proxy bidding*”.

⁷Vide regras no site do eBay (<<https://ocsnext.ebay.com/ocs>>). Acesso em 15 de out. de 2020.

tradicional e sem considerar as particularidades dos leilões *online*, a estratégia dominante seria submeter desde cedo o valor máximo que se está disposto a pagar.

Além disso, postergar a submissão de lances implica em custos. Ao utilizar o sistema de *proxy bidding*, os participantes não precisam monitorar os leilões continuamente - o que consome tempo, sobretudo em leilões que podem durar dias ou semanas, como no eBay. Postergar lances até o fim da disputa demanda maior atenção ou investimento em *software* ou serviços para submissão automática de lances. Além disso, ao postergar o lance os participantes correm o risco de não conseguir registrar sua submissão em razão de instabilidades de conexão ou excesso de tráfego na própria plataforma de leilões Roth e Ockenfels (2002).

No entanto, um dos temas estudados pela literatura de leilões *online* é justamente a prática conhecida como *sniping* ou *late bidding*, que consiste na submissão de lances nos momentos finais de leilões *online* do tipo ascendente com limite de tempo, com o intuito de reduzir ou eliminar a possibilidade de reação por parte dos demais participantes.⁸ O amplo uso dessa estratégia no eBay e no Amazon Auctions foi demonstrada pela primeira vez nos estudos de Roth e Ockenfels (2002) e Bajari e Hortacsu (2003). Como essa regularidade empírica vai de encontro ao que prevê a teoria tradicional, um dos objetivos dos estudos sobre *sniping* é compreender a racionalidade econômica da prática e explicar por que ela é tão difundida em leilões que seguem o modelo de *proxy bidding*.

A literatura propõe diversas motivações - estratégicas ou não estratégicas - para a grande incidência de *sniping* nos leilões *online*, as quais podem ocorrer isoladamente ou em conjunto.

Conforme explicado por Roth e Ockenfels (2002), diversas razões não estratégicas poderiam explicar o *sniping*, tais como procrastinação, ordem dos resultados apresentados por motores de busca (leilões prestes a terminar tendem a aparecer nas primeiras posições), ignorância em relação ao sistema de *proxy bidding* (participantes pensam estar em um leilão inglês tradicional) ou mesmo aumento da disposição a pagar ao longo do tempo (em razão de um efeito dotação).

No entanto, a grande disseminação da prática sugere que razões estratégicas também favorecem sua adoção (ROTH; OCKENFELS, 2002). Dentre estas, a mais aceita foi proposta por Roth e Ockenfels (2002), para os quais o *sniping* seria uma resposta racional à existência de "participantes incrementais" (*incremental bidders*), *i.e.*, participantes que aumentam seus lances sucessivamente à medida em que estes são superados por lances melhores. Dada a existência de participantes incrementais, adotar a prática de *sniping* passa a ser a estratégia dominante, pois permite arrematar a mercadoria por preço inferior ao preço de reserva dos concorrentes incrementais, os quais não conseguem reagir com novo lance antes do fim do leilão. Essa explicação foi corroborada experimentalmente por Ariely, Ockenfels e Roth (2005).

Outra conclusão importante do trabalho de Roth e Ockenfels (2002) é a maior incidência de *sniping* no eBay, em comparação aos leilões da Amazon,

⁸Nesse sentido, vide definições propostas por Roth e Ockenfels (2002) e Backus *et al.* (2015). Não há consenso na literatura sobre o conceito exato de *sniping*. Alguns autores parecem utilizar *sniping* e *late bidding* como sinônimos, ao passo que outros parecem se referir a *sniping* quando desejam enfatizar o aspecto estratégico da submissão tardia de lances.

o que estaria de acordo com considerações teóricas sobre os incentivos ao *sniping*. Enquanto os leilões do eBay possuem uma duração fixa, com data e horário pré-determinados para acabar (*hard close*), os leilões da Amazon seguiam um regime de encerramento flexível com prorrogação automática (*soft close*), segundo a qual os leilões terminavam apenas após o transcurso de 10 minutos sem submissão de novos lances. Conforme os autores, os incentivos para o *sniping* seriam maiores em leilões com duração pré-determinada, uma vez que a prorrogação automática facilita a submissão de novo lance pelo participante que foi alvo de *sniping*, caso este deseje reagir. No entanto, Roth e Ockenfels (2002) ressaltam que, apesar de ser inferior ao que se verificou no eBay, a incidência *sniping* nos leilões da Amazon ainda era substancial. Isso reforçaria a hipótese de que a prática também é motivada por razões não estratégicas, sobretudo falta de compreensão do sistema de *proxy bidding*.

Enquanto a motivação estratégica proposta por Roth e Ockenfels (2002) pressupõe a existência de participantes incrementais, possivelmente irracionais, outros autores mostram que o *sniping* pode ser um comportamento estratégico mesmo na ausência desse tipo de participante. Bajari e Hortacsu (2003), por exemplo, demonstram que em leilões de valor comum, o *sniping* pode ser uma estratégia racional que visa a evitar o compartilhamento de informação privada sobre o valor do objeto leilado: se um participante realiza seu lance no último instante disponível, ele pode fazer uso da informação contida nos lances já submetidos e não revela a informação que possui a seus concorrentes. Isso explicaria a maior incidência de *sniping* em leilões de antiguidades, em comparação com leilões de mercadorias cujo valor é mais facilmente avaliado por participantes menos experientes⁹.

Outra explicação é proposta por Rasmusen (2006), que apresenta um modelo baseado na existência de custos que um participante deve incorrer para estimar o valor (privado) que ele mesmo atribui ao objeto do leilão. Em linhas gerais, diante de um lance muito alto registrado por um concorrente, um participante pode já ser capaz de concluir que não atribui um valor tão elevado ao objeto. Com isso, esse participante pode desistir do leilão sem incorrer nos custos associados a uma análise mais aprofundada. Nesse contexto, seria racional esperar por lances de terceiros e postergar ao máximo o registro de lances, o que explicaria o *sniping*.

Por sua vez, Wang (2006) propõe um modelo de leilões sequenciais, argumentando que a possibilidade de adquirir o mesmo objeto em leilões subsequentes criaria incentivos para que o participante realize lances abaixo de seu preço de reserva nos momentos finais dos primeiros leilões. A participação em leilões concorrentes também foi analisada empiricamente por Anwar, McMillan e Zheng (2006), que constataram que uma parcela significativa de usuários do eBay de fato participa em diversos leilões para adquirir um único produto e que esses usuários pagam, em média, preços menores do que aqueles que participam de apenas um leilão.

Finalmente, o *sniping* pode surgir em um contexto de colusão implícita contra o vendedor, o que também foi sugerido pela primeira vez por Roth e Ockenfels (2002). A hipótese de colusão implícita se alinha à narrativa de que o *sniping* seria uma boa estratégia para evitar “guerras de preços”, como destacado por alguns usuários e empresas especializadas em praticar *sniping*.

⁹Conforme documentado por Roth e Ockenfels (2002).

em nome de terceiros.¹⁰

Em síntese, a literatura indica que a incidência de *sniping* pode ser explicada por diversas razões, estratégicas ou não, relacionando-se também com as regras de encerramento dos leilões.

Backus *et al.* (2015) investigam outra possível consequência econômica do *sniping*, qual seja, o efeito da prática sobre a vitalidade da plataforma de leilões. Utilizando dados observacionais de leilões realizados no eBay, Backus *et al.* (2015) encontram evidências de que ser alvo da prática de *sniping* diminui significativamente a probabilidade de um novo usuário voltar à plataforma para disputar leilões subsequentes. Utilizando um modelo *probit*, os autores estimam que ter um lance superado nos momentos finais da disputa aumentaria em 4% as chances de um novo usuário nunca mais participar de leilões no eBay. Esse efeito salta para 18% quando os autores recorrem uma estratégia de variáveis instrumentais para contornar possíveis fontes de endogeneidade.

Segundo os autores, usuários que se sentem “vítimas” da prática de *sniping* podem se sentir injustiçados e deixar de participar de novos leilões. Como ressaltam Backus *et al.* (2015), esse efeito do *sniping* é relevante do ponto de vista econômico, uma vez que “mesmo pequenas mudanças na taxa de ingresso de novos participantes podem ter um efeito enorme no tamanho da plataforma, no longo-prazo.”¹¹

Em geral, a literatura vincula o termo *sniping* a leilões de venda que adotam o sistema de *proxy bidding* e seguem regime de encerramento fixo ou flexível. Os pregões eletrônicos do Comprasnet estudados no presente trabalho, por sua vez, são leilões de contratação com regra de encerramento aleatório, que não adotam o modelo de *proxy bidding*.

Apesar dessas diferenças, é importante observar que a prática de *sniping* apresenta similaridades com o uso de robôs nos pregões eletrônicos do Comprasnet. A semelhança mais importante reside no fato de que, não obstante às diferentes motivações estratégicas ou não estratégicas subjacentes, ambas as estratégias possuem o objetivo comum de eliminar ou reduzir a oportunidade de reação dos concorrentes, arrematando o objeto por preço mais vantajoso do que seria possível caso estes fossem capazes de submeter novos lances.

Outra semelhança reside na própria automação: ainda que o *sniping* possa, em tese, ser praticado por um operador humano, é mais comum que os participantes implementem a estratégia por meio de programas de computador.¹² Além disso, o risco de falha na submissão do lance, inerente ao *sniping*, também está presente na estratégia de uso de robôs para submissão de lances múltiplos no Comprasnet, sendo potencializado pelo próprio regime de encerramento aleatório.

¹⁰No *website* de uma dessas empresas é possível ler: “Por que eu iria querer praticar *sniping*? Para economizar dinheiro e tempo. A eSnipe reduz guerras de preço, ocultando o interesse no leilão até o último momento possível. Uma vez que leilões no eBay podem durar de 3 a 10 dias, a submissão de lances excessivamente elevados, motivados por emoções, pode ter início na abertura do leilão e durar até o seu encerramento [...]”. Tradução livre. No original, em inglês: *Why would I want to snipe? To save money and time. eSnipe reduces bidding wars by masking interest in auction items until the last possible moment. Because auctions on eBay take three to 10 days to close, emotional overbidding can start soon after the auction opens and last until the auction closes [...]*. Disponível em: <<https://www.esnipe.com/faq#2>>. Acesso em 18 de out. de 2020.

¹¹Tradução livre. No original, em inglês: “Even small changes in the rate at which new participants join the platform can have a tremendous effect on the long-term platform size.” (BACKUS *et al.*, 2015)

¹²A automação do *sniping* foi relatada em Roth e Ockenfels (2002), Ockenfels e Roth (2002), Trevathan e Read (2011) e Glover e Raviv (2012), por exemplo.

Participantes que adotam a estratégia de *sniping* em plataformas como o eBay geralmente submetem um único lance, logo antes do encerramento do leilão. Mesmo quando submetem mais lances, estes tendem a ser pouco numerosos (TREVATHAN; READ, 2011). Em contraste, o uso de robôs no Comprasnet está associado à submissão de múltiplos lances sequenciais por um mesmo participante. Entretanto, se alargarmos um pouco o conceito de *sniping*, todos os lances submetidos em um contexto de encerramento aleatório podem ser vistos como tentativa de *sniping*, dado que também são submetidos logo antes do (possível) encerramento da disputa. Portanto, o uso de robôs para submissão de lances em alta velocidade pode ser interpretado como meio de maximizar as chances de sucesso do *sniping* enquanto estratégia de supressão de lances de concorrentes.

Mas enquanto o *sniping* em plataformas como o eBay muitas vezes é descrito como estratégia para se evitar uma “guerra de preços”, o uso de robôs em pregões eletrônicos de encerramento aleatório pode ter justamente o efeito oposto, na medida em que uma competição entre robôs pode aproximar o preço do custo marginal do ofertante. Nesse cenário, ainda que o desconto entre lances seja baixo, a alta velocidade de resposta por parte de dois ou mais concorrentes pode, em teoria, assegurar uma rápida redução de preços.

Em síntese, os estudos sobre *sniping* também dialogam com o uso de robôs no Comprasnet e auxiliam na compreensão do fenômeno. Não obstante, dadas as diferenças entre os pregões do Comprasnet e os leilões do eBay, as conclusões da literatura no que diz respeito à racionalidade econômica e aos efeitos do *sniping* podem não ser diretamente aplicáveis ao uso de robôs no Comprasnet. Diante disso, é importante considerar as especificidades de leilões de encerramento aleatório e dos pregões eletrônicos do Comprasnet, em particular.

Um número reduzido de trabalhos tratam desses leilões. Em relação ao regime de encerramento aleatório, a aparente omissão da literatura internacional provavelmente reflete a baixa adoção desse modelo em leilões fora do Brasil. Apesar de existirem relatos de leilões de encerramento aleatório desde antes da invenção da internet¹³, esse tipo de leilão é raro em meio eletrônico. Isso possivelmente se deve à existência de uma patente norte-americana sobre esse formato de leilão *online*, que expirou apenas em março de 2020¹⁴ Celiktemur e Szerman (2012).

Segundo nosso melhor conhecimento, Malaga *et al.* (2010) e Trevathan e Read (2011) foram os únicos a tratar do *sniping* em um contexto de encerramento aleatório. Em ambos os trabalhos, de perfil teórico, o encerramento aleatório é apresentado como uma forma de reduzir os incentivos ao *sniping*. Além disso, os autores defendem o encerramento aleatório como forma de preservar a “justiça” nos leilões, uma vez que a velocidade de digitação ou a qualidade da conexão com a internet não deveriam influenciar no resultados das disputas. Entretanto, nenhum dos estudos parece ter antecipado o cenário verificado no Comprasnet, no qual a difusão de tecnologias de automação de lances foi motivada pelo próprio encerramento aleatório.

No que diz respeito aos pregões eletrônicos do Comprasnet, os dois trabalhos sobre o tema que mais dialogam com o presente estudo foram desen-

¹³Cassady (1967) e Patten (1970) mencionam exemplos de leilões cuja duração era determinada pelo tempo em que uma vela permanecia acesa.

¹⁴Trata-se da patente US-6665649-B1 (MEGIDDO, 2000), concedida à IBM e posteriormente transferida ao Google.

volvidos por Celiktemur e Szerman (2012) e Oliveira, Fabregas Masllovet e Fazekas (2019).

Celiktemur e Szerman (2012) investigam os possíveis impactos, nos preços e no comportamento dos participantes, causados por alterações na implementação do regime de encerramento aleatório do Comprasnet ocorridas entre 2004 e 2010. Para esse fim, os autores utilizam uma amostra de 65 593 pregões eletrônicos realizados na plataforma para compra de aparelhos de ar-condicionado, livros, café, computadores, botijões de gás, impressoras, cartuchos de tinta e papel. Uma das conclusões de Celiktemur e Szerman (2012) é a confirmação de que um regime de encerramento aleatório como o que vigorava no Comprasnet não impede que os participantes escolham postergar a submissão de lances até momentos finais do leilão (*late bidding*).

Com base na constatação da ocorrência de *late bidding* no Comprasnet, Celiktemur e Szerman (2012) sugerem que o encerramento aleatório pode não ser eficiente *ex-post*. Como a alocação passa a ser definida aleatoriamente entre os participantes que praticam a estratégia de *late bidding*, estes poderiam oferecer lances mais baixos caso a duração do leilão fosse estendida.¹⁵ Dado que os participantes postergam a submissão de lances até a fase aleatória, o leilão pode terminar muito cedo, sem que qualquer lance tenha sido submetido, ou mesmo em meio a uma disputa acirrada entre concorrentes. Condicional ao número de participantes e ao histórico de lances, isso resultaria em preços mais elevados e prejuízo à entidade pública licitante. Esse argumento foi confirmado empiricamente por Oliveira, Fabregas Masllovet e Fazekas (2019).

No entanto, Celiktemur e Szerman (2012) também notam que a aleatoriedade do encerramento pode ampliar as chances de vitória de participantes fracos (*weak bidders*). Diante da presença de custos de entrada, a participação desses participantes pode ser encorajada pela incerteza quanto ao desfecho do leilão. A pressão competitiva associada a essa entrada, por sua vez, teria o efeito de mitigar - ou até mesmo compensar - os efeitos sobre os preços associados à ineficiência *ex-post* do encerramento aleatório.

As conclusões de Celiktemur e Szerman (2012) são úteis para a identificação dos possíveis efeitos do uso de robôs nos pregões eletrônicos do Comprasnet. Como já mencionado, ao propiciar a competição entre robôs que registram lances com maior velocidade, a automação poderia reduzir o preço final, tornando-o mais próximo do custo marginal dos ofertantes, reduzindo a ineficiência alocativa *ex-post* induzida pela regra de encerramento aleatório.

Por outro lado, o uso de robôs também poderia produzir efeito negativo sobre a entrada. Na mesma linha das conclusões de Backus *et al.* (2015) a respeito do *sniping*, fornecedores que não recorrem ao uso de robôs podem se sentir “injustiçados” ou incapazes de competir em leilões em que os lances são registrados em alta frequência.

Se o encerramento aleatório pode encorajar a participação de *weak bidders*, é razoável supor que esses participantes são justamente aqueles com menor capacidade de competir contra robôs - por não ter familiaridade com a tecnologia, ou em decorrência de limitações de infraestrutura ou acesso à internet,

¹⁵É interessante notar que essa conclusão ecoa a hipótese de que o *sniping* pode surgir como estratégia de equilíbrio em um contexto de colusão implícita contra o vendedor, em leilões de encerramento fixo: em ambos os casos a aleatoriedade na transmissão dos lances afeta negativamente a receita de quem realiza o leilão, em benefício do vencedor.

por exemplo. Esse perfil de participante parece ser justamente o mais propenso a abandonar a plataforma por se sentir “vítima” do uso de robôs. Além disso, se a tecnologia de automação de lances passa a ser vista como condição necessária para competir em condições de igualdade, há aumento de barreiras à entrada.

Portanto, o uso de robôs no Comprasnet pode estar associado a uma tendência de diminuição do número de participantes ao longo do tempo. A redução da pressão competitiva daí decorrente, por sua vez, atuaria no sentido de elevar os preços - em sentido contrário ao possível efeito causado pela competição entre robôs.

Nesse contexto, ao analisar o impacto das regras de intervalo mínimo no Comprasnet, o presente trabalho busca evidências empíricas sobre esses possíveis efeitos do uso de robôs, no que diz respeito a preços e entrada. Com foco na automação dos lances - e não apenas no encerramento aleatório -, o estudo complementa as contribuições de [Celiktemur e Szerman \(2012\)](#) e [Oliveira, Fabregas Masllovet e Fazekas \(2019\)](#). Por fim, em um cenário de crescente interesse empírico por leilões *online*, buscamos contribuir também com a literatura de *sniping* ao investigar o impacto de medidas que restringiram prática correlata nos pregões eletrônicos do Comprasnet.

3 Estratégia Empírica

O problema de pesquisa enfrentado neste trabalho envolve a avaliação das consequências econômicas de uma política pública, razão pela qual pode ser tratado a partir do modelo de resultados potenciais de [Rubin \(1974\)](#), utilizando a abordagem de avaliação de impacto econômico. Seguindo a terminologia tradicional da literatura de avaliação de impacto econômico, as variáveis de resultado utilizadas são o preço final e o número de participantes. Por sua vez, o tratamento cujos efeitos queremos investigar consiste na incidência das regras que limitaram o uso de robôs nos pregões eletrônicos realizados no Comprasnet. Mais precisamente, vamos nos concentrar nas duas medidas mais rígidas e efetivas, quais sejam, (i) o intervalo mínimo de 20 segundos para lances de um mesmo fornecedor, implementado em 17 de janeiro de 2012 (“Regra dos 20s”); e (ii) o intervalo mínimo de 3 segundos para cobertura do melhor lance, implementado em 2 de janeiro de 2014 (“Regra dos 3s”).

Para avaliar o impacto do tratamento nos pregões eletrônicos pelo Governo Federal, seria ideal a observação de todos os pregões do Comprasnet em duas situações: uma na ausência das regras de intervalo mínimo e outra na qual essas medidas tenham sido aplicadas. Caso isso fosse possível, bastaria calcular a diferença média nos preços verificados em cada situação para todos os pregões de um determinado período, o que nos permitiria obter o impacto da política. Evidentemente, não é possível observar um mesmo pregão em ambas as situações ao mesmo tempo. Trata-se de exemplo do que [Holland \(1986\)](#) denominou “problema fundamental da inferência causal”, que nada mais é do que a impossibilidade de se observar a mesma unidade em dois estados causais simultaneamente.

Diante disso, passa a ser necessário encontrar um grupo de controle que permita a construção de um contrafactual adequado. Em outras palavras, é necessário encontrar pregões eletrônicos que acreditemos representar aquilo que teria sido observado nos pregões do Comprasnet caso as regras de inter-

valo mínimo não tivessem sido implementadas - o chamado “contrafactual”. Neste trabalho, o grupo de controle é formado por pregões eletrônicos da BEC. A escolha desse grupo de controle foi motivada pelo fato de que os pregões da BEC são semelhantes aos do Comprasnet em muitos aspectos relevantes, mas não foram afetados pelas regras de intervalo mínimo. Assim como os pregões eletrônicos do Comprasnet, os pregões da BEC também são estruturados como leilões, por meio dos quais entes públicos contratam bens ou serviços comuns, pelo menor preço oferecido. Além disso, os pregões da BEC também são realizados por meio de uma plataforma *online*, por meio da qual os participantes submetem seus lances e são informados em tempo real do preço que lidera a disputa.

De todo modo, para assegurar maior comparabilidade entre os grupos de tratamento e controle, a análise é restrita a leilões de compra de café torrado e moído, que é um produto notavelmente simples e homogêneo – e o ambiente do Comprasnet e da BEC limitam ainda mais o espaço para a diferenciação do produto. Além disso, com o mesmo objetivo de obter um contrafactual mais adequado, são considerados, alternativamente, dois grupos de tratamento distintos. No primeiro, mais completo, são incluídos todos os leilões de café do Comprasnet, independentemente da entidade da Administração Pública Federal que o realizou. No segundo, mais restrito, são considerados apenas aqueles realizados por unidades compradoras com sede no Estado de São Paulo. Como todas as entidades públicas que realizam pregões eletrônicos por meio da BEC se localizam em São Paulo, é razoável supor que restringir o grupo de tratamento à mesma unidade da federação resulte em contrafactual mais adequado, em que pese a desvantagem de redução do tamanho da amostra.

No entanto, nem mesmo assim é possível garantir aleatoriedade na seleção das unidades ao tratamento, em virtude na natureza observacional dos dados utilizados. De fato, mesmo com os recortes detalhados acima, é esperado que pregões eletrônicos da BEC e do Comprasnet sejam sistematicamente diferentes entre si, tanto em características observáveis, quanto em características não observáveis. Nessa situação, não é possível estimar o impacto do tratamento simplesmente a partir da diferença de médias entre os grupos de tratamento e controle.

Para superar essa dificuldade, utiliza-se o método de diferenças em diferenças como estratégia de identificação. Esse método possibilita a eliminação de diferenças em não observáveis fixas no tempo entre os grupos de tratamento e controle (CAMERON; TRIVEDI, 2005; ANGRIST; PISCHKE, 2008), além de permitir o controle por observáveis que possam estar correlacionadas tanto ao *status* de tratamento quanto à variável de resultado. O estimador de diferenças em diferenças indicará se a evolução dos preços e do número de participantes verificada no grupo de tratamento (Comprasnet) foi significativamente diferente daquela verificada no grupo de controle (BEC).

Como mencionado, queremos analisar o impacto de duas regras que foram instituídas sucessivamente e assim definiram três intervalos de tempo. Com base nessa sequência de eventos, aplicaremos o método de diferenças em diferenças utilizando especificações que seguem a seguinte equação:

$$Y_{it} = \alpha + \gamma C_i + \sum_{t=2}^T \theta_t \lambda_t + \beta_1 (C_i \times D_{20s}) + \beta_2 (C_i \times D_{3s}) + x'_{it} \delta + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

Optou-se por indexar o vetor de controles em i e t por simplicidade. Em algumas especificações, contudo, ele inclui covariadas que variam segundo a data específica de cada leilão, e não apenas ao longo dos bimestres¹⁶. Na Equação (1), Y_{it} é a variável de resultado do pregão i realizado no bimestre t . A depender do efeito que se quer estimar, essa variável consiste no número de participantes ou no logaritmo do valor do preço final. Por sua vez, C_i é uma variável binária que recebe o valor 1 para pregões eletrônicos realizados no Comprasnet (tratamento) e 0 para pregões eletrônicos da BEC (controle). As variáveis λ_t representam *dummies* para os T bimestres contidos entre 01/03/2011 e 31/12/2015¹⁷. D_{20s} é uma *dummy* indicativa de vigência da regra dos 20 segundos, recebendo o valor 1 para observações entre 17/01/2012 e 01/01/2014 (inclusive) e 0 para as demais; D_{3s} é uma *dummy* indicativa de vigência conjunta da regra dos 20 segundos e dos 3 segundos, recebendo o valor 1 para observações posteriores a 02/01/2014 e 0 para as demais. Por fim, ε_{it} é o termo de erro e x_{it} é um vetor de controles.

Nas especificações mais completas, o vetor de controles inclui qualidade do café, tamanho da embalagem individual, marca do café fornecido pelo vencedor do leilão (“marca vencedora”), preço da saca de café arábica no dia do leilão, preço de contrato futuro de café no dia do leilão, bem como efeitos fixos de unidade compradora (órgão que realizou a licitação) e município sede da unidade compradora. Nos modelos que utilizam a amostra completa, com leilões do Comprasnet de todo o Brasil, incluem-se ainda efeitos fixos de *bimestre* $\times$ *unidade federativa*, em substituição às *dummies* simples de bimestre.

A inclusão de covariadas relativas à embalagem, qualidade e marca do café busca controlar por relações entre as variáveis de resultado e especificidades do produto negociado em cada pregão. Por sua vez, os preços da saca e de contrato futuro de café controlam pelo custo de oportunidade associado à venda de café ao Poder Público. Espera-se, por exemplo, que elevações no preço da saca de café estejam associadas a aumentos dos preços de café torrado e moído e, consequentemente, a aumentos dos preços negociados nos pregões eletrônicos. Por fim, a inclusão dos diferentes conjuntos de efeitos fixos confere flexibilidade adicional modelo, controlando por relações arbitrárias - mas constantes - entre não observáveis e as variáveis de resultado, com variação no nível dos municípios, unidades compradoras e/ou pares bimestre-unidade federativa.

Sob a hipótese usual de $E[\varepsilon_{it}|C_i, \lambda_t, x'_{it}] = 0$, a estimação da Equação (1) por mínimos quadrados ordinários fornece uma estimativa consistente de β_1 e β_2 - coeficientes que correspondem, respectivamente, às mudanças médias de preço (ou número de participantes) associadas aos regimes regulatórios associados com as duas regras em análise.

Todavia, uma interpretação causal dos resultados do método de diferenças em diferenças depende, ainda, da validade da hipótese adicional de paralelismo de tendências entre os grupos de tratamento e controle (ANGRIST; PISCHKE, 2008). No caso em tela, a aplicação do método se baseia na hipótese de que as trajetórias da evolução da variável de resultado nos pregões da BEC e do Comprasnet seriam paralelas na ausência do tratamento. Evidentemente,

¹⁶O fato de os leilões serem indexados de acordo com a data de sua realização – que é irregular – torna a aplicação de testes de autocorrelação residual e raiz unitária inapropriada.

¹⁷As *dummies* de bimestre colocadas no modelo aqui tornam perfeitamente colineares eventuais *dummies* D_{20s} e D_{3s} colocadas isoladamente

não é possível verificar a validade dessa hipótese empiricamente, pois não se sabe qual seria a evolução dos preços no Comprasnet na ausência do tratamento.

De todo modo, é importante realizar certos exercícios que podem fornecer indícios acerca da validade da hipótese de tendências paralelas. Um deles consiste na avaliação gráfica das tendências pré-tratamento, de forma a checar se havia paralelismo antes do tratamento. A existência de tendências paralelas no período pré-tratamento não é, por si só, condição necessária ou suficiente ao paralelismo das tendências pós-tratamento, na ausência da intervenção (KAHN-LANG; LANG, 2020). No entanto, concluir em favor da existência de tendências paralelas antes do tratamento faz com que seja mais verossímil a suposição de que as tendências permaneceriam paralelas na ausência da intervenção (ANGRIST; PISCHKE, 2008).

Investigando mais a fundo a validade da hipótese de tendências paralelas, checamos os resultados de especificações que incluem tendências temporais específicas para cada grupo, seguindo estratégia adotada trabalhos como Besley e Burgess (2004), Chimeli e Soares (2017) e Hansen, Sabia e Rees (2017).

Por fim, como teste de robustez adicional, também realizamos testes placebo, estimando especificações com tratamentos “falsos”, em múltiplas datas arbitrárias. O objetivo desse exercício é averiguar a possibilidade de os resultados encontrados serem consequência de outro fator não observado que tenha afetado os grupos de tratamento e controle de forma distinta, em momento não coincidente com a implementação das regras de intervalo mínimo, como em Chimeli e Soares (2017).

3.1 Dados

Fontes e recorte da amostra

O produto escolhido foi café torrado e moído, por ser uma mercadoria simples, homogênea e amplamente negociada nos pregões eletrônicos da BEC e do Comprasnet. Além disso, foram considerados apenas leilões realizados entre 01/03/2011 e 31/12/2015¹⁸. Em razão de alterações no regime de encerramento dos leilões do Comprasnet no período anterior a março de 2011, a inclusão de pregões mais antigos seria prejudicial à identificação dos efeitos das regras de intervalo mínimo.

No total, a base de dados utilizada contém 4849 leilões de compra de café torrado e moído, fornecido em embalagens de 250 gramas, 500 gramas ou 1 quilograma. Desse total, 1734 foram realizados pela BEC e 3115 pelo Comprasnet. Dentre esses últimos, 211 foram realizados por entidades da Administração Pública Federal sediadas no Estado de São Paulo.

A maior parte dos dados relativos aos leilões foi obtida a partir das atas dos pregões eletrônicos. As atas contêm dados como data, descrição detalhada dos produtos, quantidade, preço final e propostas iniciais apresentadas pelos participantes. Além disso, as atas contêm o histórico de lances dos leilões, no qual é listado cada um dos lances registrados, com indicação de seu valor e horário de submissão, além da identificação do participante que o submeteu.

No que diz respeito aos pregões da BEC, todos os dados foram obtidos por meio da API “WebService – Compras Eletrônicas”, por meio do qual é possível

¹⁸A conveniência na coleta de dados primários - em especial o *scraping* dos sites - guiou a escolha do prazo, em especial, a data final de 31/12/2015

obter todas as informações contidas nas atas dos leilões. No caso do Comprasnet, a maior parte dos dados foi extraída diretamente das atas dos pregões. Apesar de existir uma API par obtenção de dados do Comprasnet, esta não disponibiliza dados importantes relativos aos leilões, tais como o histórico de lances e propostas. Assim, apenas alguns dados específicos foram obtidos por meio da API do Comprasnet, tais como localização das sedes das unidades compradoras.

Variáveis de resultado

As variáveis de resultado utilizadas para analisar os efeitos das mudanças regulatórias sobre os pregões de café são o número de participantes e o logaritmo do preço final, em reais por quilograma de café.

No que diz respeito ao número de participantes, utilizou-se o histórico de lances de cada pregão para calcular o número de fornecedores distintos que submeteram ao menos um lance. Portanto, foram desconsiderados os participantes que submeteram propostas iniciais mas não participaram da fase de lances.

A construção da variável de preço final envolveu algumas etapas adicionais de tratamento dos dados. Primeiramente, todos os valores foram deflacionados, utilizando como referência o IPCA de dezembro de 2015. Além disso, calculou-se o preço por quilograma, utilizando os dados de unidade de fornecimento (*e.g.*, caixa com 10 embalagens de 250g) e quantidade fornecida (em número de unidades de fornecimento). Em grande parte dos casos, os lances e dados de preço se referem ao valor por unidade de fornecimento. Nesses casos, para a obtenção do preço por quilograma, bastou dividir o preço indicado pela quantidade de café contida em cada unidade de fornecimento, em quilogramas.

Contudo, notou-se que em alguns leilões os dados de lances e preços se referiam ao valor global do contrato, *i.e.*, referente ao total de café fornecido. Nesses casos, a simples divisão do preço indicado pela quantidade de café por unidade de fornecimento resultava em valores irrazoavelmente elevados, muitas vezes alcançando milhares de reais por quilograma. Para a obtenção do verdadeiro valor por quilograma nessas situações, bastaria dividir o resultado encontrado pelo número de unidades fornecidas. No entanto, como as atas dos pregões não informam explicitamente se os valores indicados tinham como referência a unidade de fornecimento ou o total do contrato, foi necessário encontrar uma estratégia que permitisse realizar essa classificação com segurança.

No caso da BEC, esse problema afetava poucas observações e os casos de “preço global” eram mais evidentes diante das grandes quantidades negociadas em cada leilão. Diante disso, adotou-se uma solução bastante simples, baseada em um “teto” de preços. Primeiramente, dividiu-se o preço, tal como indicado na ata do leilão, pelo tamanho da unidade de fornecimento, em quilogramas. Caso o resultado fosse superior a R\$80/kg, considerou-se que o preço indicado na ata referia-se ao valor global do contrato. Apesar de esse preço de corte ser arbitrário, é importante notar que os resultados da classificação são bastante robustos à utilização valores distintos. Uma vez identificados e corrigidos os casos de “preço global”, a distribuição de preços finais dos leilões da BEC ficou dentro de uma faixa razoável, variando entre R\$3,28 e R\$73,4 por quilograma de café. Os extremos dessa distribuição foram anali-

sados individualmente e foi possível confirmar que os valores de fato correspondiam ao preço por quilograma.

No caso do Comprasnet, a falta de padronização nos valores parecia ocorrer com mais frequência, sobretudo nos períodos iniciais da amostra. Além disso, como as quantidades de café negociadas por leilão tendem a ser menores no Comprasnet, os casos de “preço global” não eram tão facilmente identificados, pois os valores globais algumas vezes não atingem valores muito elevados. Portanto, foi necessário encontrar outro método para identificar e corrigir os casos em que os preços correspondiam ao valor global do contrato. Para isso, foram utilizados os dados relativos às propostas iniciais dos fornecedores, disponíveis nas atas. Em todos os leilões do Comprasnet, as propostas são indicadas tanto em valor unitário quanto em valor global. Com essa informação, foi possível comparar o preço final do leilão com o valores indicados para a menor proposta, classificando-o como “preço global” nos casos em que estivesse mais próximo da proposta global do que da proposta unitária. Uma vez identificados esses casos, os preços foram divididos pela quantidade fornecida (em unidades de fornecimento), como mencionado acima.

Entretanto, mesmo com essa correção, em alguns leilões do Comprasnet os preços continuaram irrazoavelmente baixos ou elevados (e.g., menos de R\$0,50 ou mais de R\$ 200 por quilograma de café). Para contornar esse problema, foram descartadas as observações do Comprasnet situadas abaixo do quantil 0,125 ou acima do quantil 0,875 da distribuição de preços finais.¹⁹ Após esse tratamento, a distribuição de preços do Comprasnet ficou entre R\$ 5,09 e R\$ 68,38 considerando a amostra completa e entre R\$ 5,29 e R\$ 35,32 na amostra restrita ao Estado de São Paulo.

Variáveis de controle

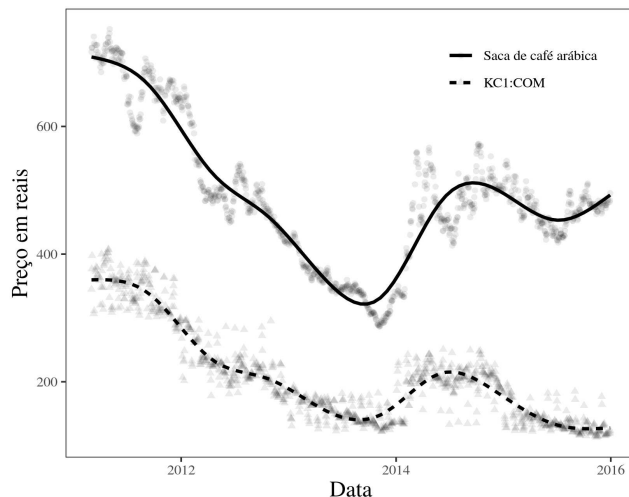
No que diz respeito às variáveis de tamanho da embalagem, qualidade do café e marca do produto fornecido pelo vencedor do leilão, todos os dados foram extraídos a partir das atas dos pregões. O tamanho da embalagem é representado por uma variável categórica que indica se o café deveria ser fornecido em embalagens de 250g, 500g ou 1kg. A variável de qualidade, por sua vez, é uma variável categórica que classifica o café fornecido como “tradicional”, “superior”, “gourmet”, ou “descafeinado”. As três primeiras categorias correspondem aos níveis de qualidade definidos pela Associação Brasileira da Indústria do Café (ABIC). Cafés descafeinados foram incluídos em categoria à parte diante das considerações de que esse tipo de produto possui um público mais restrito, é fornecido por um número menor de empresas e geralmente apresenta preços mais elevados.

Entretanto, as quatro categorias mencionadas acima podem não ser suficientes para capturar nuances relativas a diferenças de qualidade. Por esse motivo, a marca do café fornecido pelo vencedor do leilão foi utilizada como controle adicional em algumas especificações. Nesse sentido, para a amostra restrita a unidades compradoras com sede em São Paulo, foi possível construir a variável categórica *marcavencedora*, a qual identifica as principais marcas comercializadas nos leilões da BEC e do Comprasnet.²⁰ Foram identificadas

¹⁹Para construção da amostra restrita a leilões do Estado de São Paulo, esse recorte foi realizado após a seleção dos leilões segundo unidade federativa.

²⁰A extração dos dados de marcas a partir das atas envolveu várias etapas, muitas das quais eminentemente manuais. Por esse motivo, foi possível realizar um trabalho mais cuidadoso de

Figura 1: Evolução dos preços da saca de café arábica e do contrato futuro de café KC1:COM



Fonte: Elaboração própria a partir de dados divulgados pelo CEPEA/ESALQ/USP e Bloomberg.

Notas: (i) preços em reais de dezembro de 2015, deflacionados pelo IPCA; (ii) as linhas representam os valores previstos por regressões não paramétricas (GAM).

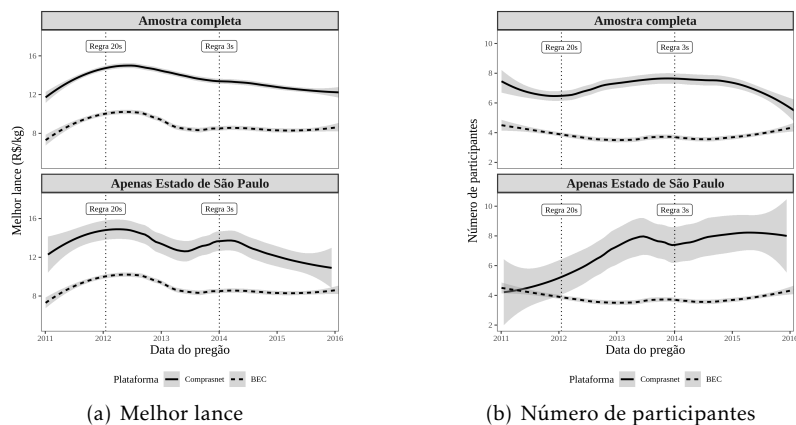
as marcas mais comercializadas em cada um dos grupos de tratamento (restrito a São Paulo) e controle, incluindo-se todas as demais em uma categoria residual. Para cada um dos grupos, houve fornecimento de café de uma das marcas identificadas em mais de 80% das observações. A relação completa das marcas e informações adicionais sobre a variável *marcavencedora* são apresentadas em apêndice.

Para a construção da variável de preço da saca de café arábica, utilizou-se o Indicador do Café Arábica divulgado pelo Centro de Pesquisas Econômicas da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz da Universidade de São Paulo (CEPEA/ESALQ/USP). Para a variável de preço de contrato futuro de café, por sua vez, utilizou-se a série de preços do ativo *Coffee C Futures* (KC1:COM), uma das principais referência de preços de café arábica negociadas em bolsa. Ambas as séries possuem frequência diária e os valores relativos às poucas datas para as quais não havia dados foram imputados por meio de interpolação linear. Para a inclusão desses controles nas regressões, optou-se por manter sua frequência diária (*i.e.*, considera-se o preço da saca ou do contrato futuro observado no dia de cada leilão). Por fim, os valores de ambas as séries foram deflacionados com base no IPCA de dezembro de 2015, replicando o tratamento realizado com a variável de resultado de preços finais dos leilões. A Figura 1, a seguir, ilustra a evolução de ambas as séries de preço.

Estatísticas descritivas

A Tabela 1, a seguir, apresenta as médias e medianas de ambas as variáveis de resultado, para cada grupo e em cada regime jurídico. A Figura 2 complementa os dados da tabela ao ilustrar a evolução das variáveis ao longo do tempo. Os dados apresentados são apenas para a amostra restrita ao Estado de São Paulo.

Figura 2: Médias das variáveis de resultado ao longo do tempo - Regressões não paramétricas do tipo LOESS



Fonte: Elaboração própria a partir de dados da BEC e do Compranet.

Notas: (i) as áreas sombreadas indicam o intervalo de confiança de 95%; (ii) cada regressão considera dados de pregões eletrônicos para compra de café realizados entre 01/01/2011 e 01/02/2016; (iii) as linhas verticais indicam as datas de implementação da Regras dos 20s e da Regra dos 3s.

tempo por meio de uma regressão não paramétrica. Em cada painel, apresentam-se as linhas de melhor ajuste aos dados obtidas por meio regressões não paramétricas do tipo LOESS, considerando a amostra completa e também restringindo a pregões realizados por unidades compradoras com sede em São Paulo.²¹ No intuito de contornar instabilidades da regressão não paramétrica devido ao baixo número de observações (sobretudo no período anterior à regra dos 20 segundos), a Figura 2 considera dados de pregões de café realizados entre 01/01/2011 e 01/02/2016 - ou seja, um período de tempo 4 meses maior do que aquele utilizado na análise de diferenças em diferenças.

Diante de diferenças de nível das variáveis de resultado entre os grupos de tratamento e controle, podem surgir preocupações acerca da validade dos resultados do método de diferenças em diferenças. A princípio, estão apresentadas nas Tabela 1 e Figura 2 estatísticas não condicionais, que poderiam se revelar muito diferentes depois que os dados forem incorporados em um arcabouço de regressão e com controles.

Mas mesmo assim, pode ser que eventuais estimativas dos efeitos podem ser viesadas em um modelo de regressão, por exemplo, caso a probabilidade de seleção ao tratamento seja correlacionada aos níveis da variável de resultado antes da intervenção, como em [Ashenfelter \(1978\)](#) e [Ryan, Burgess Jr. e Dimick \(2015b\)](#). Mesmo na ausência dessa correlação, o simples fenômeno de reversão à média pode ser confundido com o efeito do tratamento. No entanto, as diferenças verificadas na Figura 2 não levantam preocupações nesse sentido, por parecerem persistentes ao longo da janela de dados. Evidentemente, por ser uma análise não condicional, conclusões definitivas serão apresentadas mais adiante.

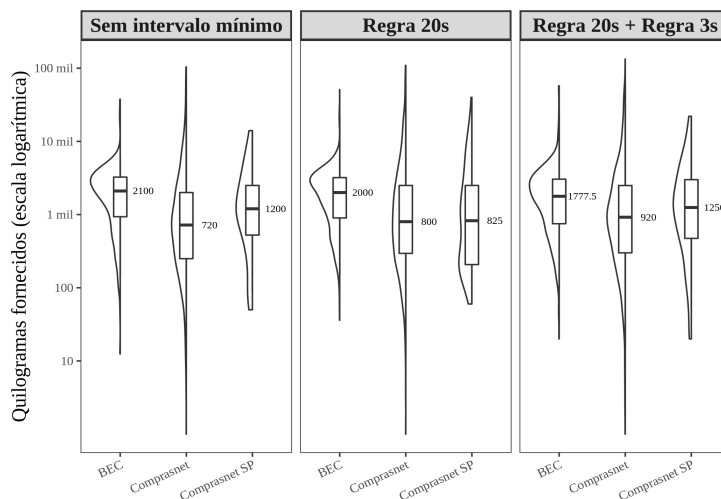
²¹Como todos os pregões da BEC são realizados por entidades com sede em São Paulo, as respectivas linhas são idênticas em cada painel.

Tabela 1: Estatísticas Descritivas - Preço final e número de participantes

Variável	Grupo e Período								
	BEC			Comprasnet			Comprasnet - SP		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Número de observações	282	653	1333	483	1331	1333	24	112	81
Preço final: Média	9,13	9,32	8,47	13,83	14,83	13,02	13,44	14,24	12,11
Preço final: Mediana	9,19	9,45	7,43	13,15	13,76	11,92	12,87	13,03	10,79
Participantes: Média	4,20	3,58	3,85	6	7,21	7,08	4,42	6,63	8,14
Participantes: Mediana	4	3	4	6	6	6	4,5	7	7

Nota: Os algarismos romanos indicam os três períodos definidos pela implementação das regras de intervalo mínimo, ou seja, 01/03/2011 a 16/01/12, 17/01/2012 a 01/01/2014, e 02/01/2014 a 31/12/2015, respectivamente.

Figura 3: Distribuição da quantidade fornecida - Comparação entre grupos e regimes jurídicos



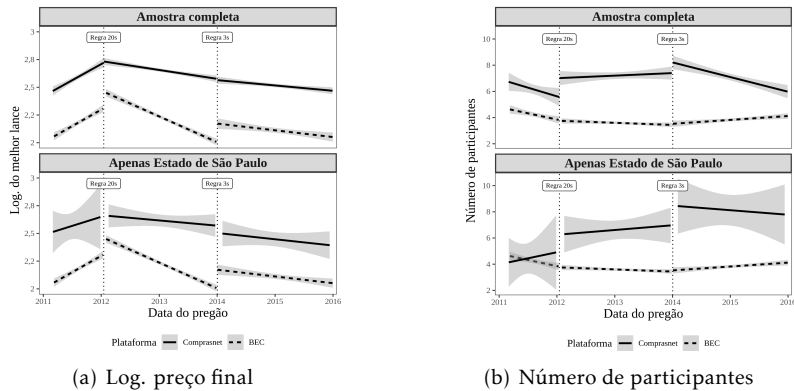
Fonte: Elaboração própria a partir de dados da BEC e do Compraset.

Notas: (i) os valores ao lado das linhas horizontais indicam a mediana de cada distribuição; (ii) as laterais inferior e superior de cada retângulo demarcam a distância interquartilica da respectiva distribuição.

No tocante ao número de participantes, a diferença verificada na Figura 2 pode ser explicada pela maior visibilidade dos pregões eletrônicos do Compraset em todo o Brasil, bem como pelo fato de esta ser uma plataforma mais consolidada e abrangente do que a BEC. Em relação aos preços, os valores mais elevados do Compraset refletem o fato de que as compras de café negociadas na BEC costumam envolver quantidades bastante superiores às aquelas negociadas no Compraset. Como é possível notar na Figura 3, essa característica se mantém ao longo dos três regimes jurídicos analisados. Na verdade, não apenas a quantidade mediana é superior na BEC, mas as distribuições desse grupo também apresentam maior densidade à direita, indicando que contratos envolvendo grandes quantidades são relativamente mais frequentes do que contratos pequenos.

Na BEC, parte importante das compras de café atendem às necessidades de prefeituras inteiras ao longo de meses e também se notam grandes compras destinadas ao abastecimento de presídios e hospitais, por exemplo. Em contraste, no Compraset, prevalecem compras com caráter mais fragmentado, destinadas a atender entidades específicas da Administração Pública Federal. É razoável supor que essas características tenham permanecido constantes ao longo do tempo. De fato, a Figura 3 fornece evidências nesse sentido ao indicar a manutenção das diferenças de quantidades negociadas em cada grupo de leilões ao longo dos períodos analisados ²².

²²Testes de Kolmogorov-Smirnov rejeitam a hipótese de igualdade de distribuições em todos os níveis de significância usuais

Figura 4: Análise de tendências - Regressões lineares para cada regime jurídico

Fonte: Elaboração própria.

Notas: (i) no painel da esquerda, o eixo vertical representa o logaritmo do preço, em R\$/kg de café, em valores de dezembro de 2015; (ii) no painel da direita, o eixo vertical representa o número de participantes distintos que submeteram pelo menos um lance; (iii) as linhas verticais pontilhadas indicam as datas em que foram implementadas as regras de intervalo mínimo; (iv) as áreas sombreadas demarcam os intervalos de confiança (95%), considerando erros-padrão simples.

4 Resultados

Como mencionado, uma das hipóteses do modelo de diferenças em diferenças é o paralelismo de tendências entre os grupos, na ausência do tratamento. Uma análise mais detalhada a esse respeito é realizada na Seção 4.3, mas antes de apresentar os resultados principais é interessante analisar visualmente os indícios acerca da validade dessa hipótese - inclusive para auxiliar na interpretação dos resultados. Com esse propósito, a Figura 4 apresenta as linhas de melhor ajuste de regressões lineares, para cada regime jurídico, considerando os dados utilizados nos modelos de diferenças em diferenças²³.

O Painel 4 apresenta indícios a favor da hipótese de paralelismo de tendências no que se refere ao logaritmo do melhor preço, uma vez que as linhas relativas à BEC e à Comprasnet são aproximadamente paralelas no período pré-tratamento, tanto para amostra completa, quanto para a amostra restrita a unidades compradoras do Estado de São Paulo.

Em contraste, no que diz respeito ao número de participantes, o painel 4 mostra indícios de paralelismo pré-tratamento apenas quando se considera a amostra completa. No caso da amostra restrita ao estado de São Paulo, deve-se ter maior cautela em interpretações causais dos resultados dos modelos de diferenças em diferenças. Em todo caso, ressalta-se que a análise gráfica, embora útil, não fornece evidências acerca do paralelismo de tendências contra-factual, além de não levar em consideração o efeito das covariadas incluídas nos modelos de diferenças em diferenças.

²³Optou-se por regressões lineares pois, considerando os regimes jurídicos separadamente, o número de observações é pequeno (sobretudo no primeiro período) e regressões não paramétricas parecem sobreajustar aos dados.

4.1 Preço

A Tabela 2 apresenta os resultados relativos a preços, considerando todos os leilões do Comprasnet. Todas as especificações incluem *dummies* de bimestre. A primeira coluna corresponde ao modelo de diferenças em diferenças mais simples, sem controlar por covariadas. As estimativas para os efeitos dos tratamentos, apesar de estatisticamente significativos a 1%, são de 0,058 e -0,077. Os efeitos dos tratamentos deixam de ser estatisticamente significativos na coluna (2), com a inclusão de efeitos fixos de município e de unidade federativa-bimestre.

Com os efeitos fixos de município, controla-se por quaisquer não observáveis fixas que possam afetar o preço final de cada leilão, com variação no nível dos municípios. Desde que as relações entre essas não observáveis e os preços sejam constantes ao longo do tempo, a inclusão de efeitos fixos de município é suficiente para evitar possível viés de variável omitida. Assim, por exemplo, o modelo controla por diferenças constantes nos custos de transporte associados ao fornecimento de café a diferentes municípios, as quais devem ter impacto direto nos preços de aquisição de café.

No caso das unidades federativas, os efeitos fixos dão ainda mais flexibilidade ao modelo ao permitir variações bimestrais. A título ilustrativo, o modelo é flexível o suficiente para controlar por hipotético aumento no preço médio praticado em leilões de uma unidade federativa específica, em decorrência de escassez temporária de café em determinado bimestre.

Mesmo dentro de uma mesma unidade federativa ou município, contudo, é perfeitamente plausível que existam algumas entidades do Governo Federal ou do Estado de São Paulo que pagam mais caro ou mais barato pelo café. O motivo mais óbvio para isso se relaciona à qualidade do café: é esperado que o quilograma do café adquirido por penitenciárias seja mais barato do que aquele fornecido à cúpula do Poder Judiciário, por exemplo. Mas a diferença entre o preço pago por diferentes unidades compradoras também pode ser explicado por razões não relacionadas à qualidade do produto, tais como diferenças nas condições de fornecimento e contratação usualmente praticadas, ou heterogeneidade no que diz respeito à divulgação e visibilidade dos leilões a potenciais fornecedores. Nesse contexto, os resultados da coluna (2) podem refletir variações nos conjuntos de unidades compradoras que realizaram leilões em cada grupo, ao longo dos diferentes períodos, variações estas que podem ser aleatórias ou consequência de fatores não relacionados às regras de intervalo mínimo.

Com o objetivo de controlar por essa possível fonte de heterogeneidade, a partir da coluna (3) também são adicionados efeitos fixos de unidades compradoras. No entanto, como cada unidade compradora realiza suas operações apenas na BEC ou no Comprasnet, há colinearidade com a variável *Comprasnet*, razão pela qual esta não é incluída na especificação (3) e seguintes. Com a introdução dos efeitos fixos de unidade compradora, é possível notar que o efeito estimado para o regime da Regra dos 3s aumenta substancialmente, tanto em magnitude, quanto em significância (de -0,028 para 0,150 no caso da regra de 3s e de -0,052 para 0,043 no caso da regra de 20s). Segundo a especificação da coluna (3), o regime jurídico da Regra dos 3s estaria associado a um aumento de 15% no preço médio do quilograma de café adquirido na Comprasnet.

No entanto, esse resultado poderia ser consequência de mudanças nas ca-

racterísticas dos produtos adquiridos nos leilões dos grupos tratamento e controle, ao longo do tempo. Suponha, por exemplo, que tenha ocorrido um aumento de compras de café com qualidade mais elevada no Comprasnet, após a introdução das regras de intervalo mínimo, mas por razão não relacionada à mudança regulatória. Nesse caso, deixar de controlar pela qualidade dos produtos introduziria viés de variável omitida, superestimando os efeitos das regras de intervalo mínimo. O mesmo tipo de viés também poderia ocorrer caso houvesse um aumento de compras de pacotes de 250g nos leilões do Comprasnet, em detrimento de pacotes de 500g - os quais geralmente apresentam menor preço por quilograma. No intuito de evitar problemas desse tipo, a especificação da coluna (4) também inclui *dummies* visando controlar por variações no tamanho da embalagem e na qualidade dos produtos negociados. Nota-se que a inclusão desses controles adicionais não altera substancialmente os resultados obtidos na coluna (3), o que sugere que os efeitos fixos já introduzidos são suficientes para controlar por parte relevante da heterogeneidade associada às características dos produtos²⁴.

Por fim, nas colunas (5) e (6) são incluídas, sequencialmente, as duas variáveis que buscam controlar pelo custo de oportunidade da venda de café: o preço de contrato futuro de café e o preço da saca de café arábica, no dia de cada leilão. Vencer um leilão para fornecimento de café está associado ao custo de oportunidade de dar destinação alternativa ao produto - seja participando de outro leilão, seja vendendo ao setor privado. É razoável supor que esse custo de oportunidade esteja, em grande medida, relacionado com o preço da saca de café e de ativos de café negociados em bolsa. Espera-se, por exemplo, que elevações no preço da saca de café estejam associadas a aumentos dos preços negociados nos pregões eletrônicos.

Como o número de observações dos grupos de tratamento e controle não é idêntico, e como as datas dos leilões de cada grupo nem sempre coincidem entre si, variações no custo de oportunidade de venda de café ao longo do tempo podem introduzir viés na estimação dos efeitos das regras de intervalo mínimo. Suponha, por exemplo, que dois leilões idênticos sejam realizados no Comprasnet e na BEC, após a introdução da Regra dos 3s. Em ambos os leilões, suponha que as condições do edital sejam exatamente iguais, envolvendo entrega de produto da mesma qualidade, na mesma quantidade, no mesmo local e nas mesmas condições. No entanto, suponha que o pregão eletrônico do Comprasnet ocorra três semanas antes do pregão da BEC e que, nesse período, tenha ocorrido forte queda dos preços de café. Nesse cenário, deixar de controlar pelo custo de oportunidade poderia introduzir viés positivo, inflando o efeito estimado para a Regra dos 3s. A depender do sentido das oscilações do custo de oportunidade, bem como das datas de realização dos leilões, o viés também poderia ser negativo.

Com a inclusão de ambos os controles de custo de oportunidade, na coluna (6), o coeficiente associado à incidência da Regra dos 20s permanece pequeno em magnitude (0,053) e estatisticamente não-significante, ao passo que o coeficiente associado ao regime jurídico da Regra dos 3s continua próximo a 0,15. O impacto reduzido da inclusão desses controles adicionais sobre os resultados sugere que parte da variação do custo de oportunidade ao longo do tempo já é controlada pelos efeitos fixos de bimestre ou unidade federativa-

²⁴De fato, análise informal dos dados indica certa estabilidade no que diz respeito às especificações do produto adquirido pelas unidades compradoras mais relevantes.

Tabela 2: Efeitos das regras de intervalo mínimo sobre o preço final - Resultados do modelo de diferenças em diferenças - Compradores de todo o Brasil

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Regra20s	0,058*** (0,014)	-0,052 (0,051)	0,043 (0,053)	0,047 (0,053)	0,048 (0,053)	0,053 (0,053)
Regra20s + Regra3s	-0,077*** (0,014)	-0,028 (0,062)	0,150** (0,066)	0,148** (0,065)	0,149** (0,065)	0,153** (0,065)
Comprasnet	0,449*** (0,013)	0,157*** (0,053)				
EF UF x Bimestre		X	X	X	X	X
EF município		X	X	X	X	X
EF unidade compradora			X	X	X	X
Qualidade				X	X	X
Embalagem				X	X	X
Contrato futuro café					X	X
Preço saca café						X
Observações	4894	4894	4894	4894	4894	4894
R ² Ajustado	0,378	0,550	0,689	0,712	0,713	0,713
R ²	0,379	0,647	0,841	0,853	0,853	0,853

Nota: (i) em todas as especificações a variável dependente é o logaritmo do preço final do leilão, em reais de dezembro de 2015 por quilograma de café; (ii) erros-padrão robustos a heterocedasticidade HC1 indicados entre parênteses; (iii) níveis de significância destacados por asteriscos, sendo * $p < 0,1$, ** $p < 0,05$, *** $p < 0,01$; (iv) a regressão referente à primeira coluna também inclui *dummies* de bimestre. Hipóteses de homocedasticidade e normalidade dos resíduos são rejeitadas a 5% de significância.

bimestre²⁵.

Os resultados da especificação mais completa apontam que a introdução da Regra dos 3s está associada a um aumento médio de 15,3% no preço do café adquirido nos pregões eletrônicos do Comprasnet, com relação aos valores observados entre 01/03/2011 e 17/01/2012 (período pré-tratamento). De acordo com a Tabela 1, preço médio do quilograma de café negociado no Comprasnet no período pré-tratamento foi R\$ 13,83 (em reais de dezembro de 2015), considerando pregões eletrônicos realizados por unidades compradoras de todo o Brasil. Dessa forma, a Regra dos 3s teria ocasionado um aumento de aproximadamente R\$ 2,28 por quilograma de café. Entre a introdução da Regra dos 3s e o fim de 2015, os leilões do Comprasnet considerados neste estudo totalizaram R\$ 45,4 milhões. Portanto, considerando um aumento de preços de 16,53%, a Regra dos 3s teria ocasionado um aumento de gastos públicos com café de aproximadamente R\$ 7,5 milhões.

A Tabela 3 apresenta os resultados obtidos com a amostra restrita a leilões realizados por entidades com sede no estado de São Paulo. Há algumas diferenças em relação aos controles utilizados com essa amostra restrita. Primeiramente, como há apenas unidades compradoras de São Paulo, não são incluídos os efeitos fixos de bimestre-unidade federativa. Assim, a partir da coluna (2), controla-se apenas por unidade compradora e município²⁶.

Além disso, para essa amostra foi possível construir uma variável categórica que identifica as marcas fornecidas pelos vencedores dos leilões, incluída

²⁵Testou-se formalmente com um teste F incremental a significância dos regressores adicionais. Ainda que o teste tenha mostrado que eles não são significativamente diferentes de zero, optou-se por manter a especificação (6) como a preferida, porque a existência de heterocedasticidade torna as premissas que apoiam a utilização de um teste F problemáticas

²⁶Além das *dummies* de bimestre, próprias da especificação de diferenças em diferenças e incluídas já na primeira coluna.

como controle a partir da coluna (3). O objetivo de incluir *dummies* de marcas é controlar por variações nas especificações do produto não capturadas pela variável de qualidade. Como explicado, a variável categórica *qualidade* possui apenas quatro níveis, indicando se o edital do leilão exige fornecimento de café descafeinado, tradicional, superior ou gourmet. No entanto, pode haver diferenças de qualidade mesmo dentro de uma dessas categorias. Como essas categorias são bastante amplas, editais podem exigir requisitos adicionais, restringindo o número de marcas que poderiam ser fornecidas, sem que isso signifique direcionamento da licitação.²⁷ Diante disso, e considerando ainda que uma das funções da marca é justamente sinalizar qualidade Akerlof (1978), a variável de marca vencedora funciona como *proxy* da qualidade do produto exigida no edital de cada leilão.

Na coluna (3), é possível notar que a inclusão do controle de marca vencedora, sem as demais variáveis relacionadas às características do produto, resultou em diminuição do efeito estimado para ambas as regras de intervalo mínimo, sendo que o efeito associado à Regra dos 3s deixou de ser estatisticamente significativo a 5%. Esse resultado não é de todo surpreendente, dado que uma mesma marca pode ofertar uma gama de cafés de diferentes qualidades, em embalagens de tamanhos distintos. Em outras palavras, usar a marca como *proxy* de qualidade é mais adequado quando se comparam cafés da mesma categoria (*i.e.*, tradicional, superior, gourmet, descafeinado), fornecidos em embalagens de mesmo tamanho. De fato, quando se controla, adicionalmente, pela qualidade do café e pelo tamanho da embalagem, o coeficiente associado à introdução da Regra dos 3s aumenta para 0,151 e volta a ser estatisticamente significativo a 5%, conforme indicado na coluna (4).

Finalmente, a inclusão dos controles de custo de oportunidade tiveram impacto de pequena magnitude nos resultados, em linha com o que se observou na amostra completa, mantendo o efeito de tratamento entre 0,151 e 0,148. No entanto, é interessante observar que a inclusão desses controles causou redução do efeito estimado para o regime da Regra dos 3s em São Paulo, ao contrário do que se observou na Tabela 2, confirmando que o viés associado à omissão das variáveis em questão pode assumir qualquer direção, a depender das datas de realização dos leilões incluídos na amostra.

Em geral, os resultados para a amostra restrita a São Paulo são bastante parecidos com aqueles obtidos com a amostra completa. Em nenhuma das especificações foi possível rejeitar a hipótese nula de ausência de efeito da Regra dos 20s. Os resultados para a Regra dos 3s, por sua vez, mostram que o resultado obtido com a amostra completa são robustos à utilização do grupo de tratamento mais restrito, em relação aos quais os leilões da BEC possivelmente representam contrafactual mais adequado.

Considerando os resultados da especificação mais completa (sexta coluna), a Tabela 3 mostra que a Regra dos 3s ocasionou uma elevação de preços de 14,8%, em média, em comparação com o preço médio pré-tratamento observado nas aquisições de café realizadas no Comprasnet por entidades sediadas no Estado de São Paulo. Considerando o preço médio de R\$13,44/kg verificado nessas aquisições anteriores à 17/01/2012, a Regra dos 3s está associada

²⁷Pregões eletrônicos e licitações em geral devem assegurar a isonomia entre concorrentes, buscando a seleção da proposta mais vantajosa para a Administração Pública por meio de ampla concorrência. Por conseguinte, exigências técnicas excessivas no que diz respeito às especificações dos produtos podem frustrar o caráter competitivo da disputa, o que pode ensejar anulação do processo licitatório. Vide Lei Federal n. 8.666/1993 (sobretudo em seu art. 3º).

Tabela 3: Efeitos das regras de intervalo mínimo sobre o preço final - Resultados do modelo de diferenças em diferenças - Compradores com sede no Estado de São Paulo

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Regra20s	0,052 (0,061)	0,042 (0,055)	0,027 (0,59)	0,039 (0,061)	0,038 (0,061)	0,033 (0,061)
Regra20s + Regra3s	-0,113* (0,064)	0,149** (0,059)	0,120* (0,064)	0,151** (0,067)	0,151** (0,067)	0,148** (0,066)
Comprasnet	0,418*** (0,055)					
EF unidade compradora		X	X	X	X	X
EF município		X	X	X	X	X
EF marca vencedora			X	X	X	X
Qualidade				X	X	X
Embalagem				X	X	X
Contrato futuro café					X	X
Preço saca café						X
Observações	1,964	1,964	1,964	1,964	1,964	1,964
R ² Ajustado	0,187	0,783	0,801	0,822	0,822	0,823
R ²	0,188	0,831	0,848	0,864	0,865	0,865

Nota: (i) em todas as especificações a variável dependente é o logaritmo do preço final do leilão, em reais de dezembro de 2015 por quilograma de café; (ii) erros-padrão robustos a heterocedasticidade HC1 indicados entre parênteses; (iii) níveis de significância destacados por asteriscos, sendo * $p < 0,1$, ** $p < 0,05$, *** $p < 0,01$; (iv) todas as regressões também incluem *dummies* de bimestre. Hipóteses de homocedasticidade e normalidade dos resíduos são rejeitadas a 5% de significância.

em aumento de aproximadamente R\$ 2,14 por quilograma de café torrado e moído. Entre 02/01/2014 e 31/12/2015, os leilões do Comprasnet para fornecimento de café no Estado de São Paulo representaram um gasto total de R\$ 2,26 milhões, dos quais R\$ 360 mil podem ser atribuídos à Regra de 3s.

As estimativas de gastos totais da Administração Pública Federal em compras de café mencionadas no parágrafo anterior estão subestimadas, uma vez que alguns leilões do Comprasnet não foram incluídos na base de dados utilizada nas regressões, em razão de inconsistências nos dados. Por conseguinte, as estimativas de aumento de gastos associados à Regra dos 3s também devem ser interpretadas como um limite inferior de seu impacto real.

Além disso, é importante notar que os efeitos da Regra dos 3s reportados nas Tabelas 2 e 3 correspondem aos efeitos médios nos leilões de café realizados no Comprasnet. Como observam [Bertrand, Duflo e Mullainathan \(2004\)](#), em muitas análises de diferenças em diferenças, o grupo realmente afetado representa apenas uma parte do grupo de tratamento, o que significa que o efeito estimado em todo o grupo de tratamento na verdade reflete um efeito de maior magnitude no grupo realmente afetado.

Nesse sentido, é razoável supor que o uso de robôs não seja uniformemente distribuído entre os pregões, uma vez que se espera que os fornecedores, agindo racionalmente, façam maior uso da tecnologia justamente nos leilões em que o uso de robôs traga maior retorno esperado. Argumento semelhante é desenvolvido por [Hendershott, Jones e Menkveld \(2011\)](#) em trabalho sobre automação de operações no mercado financeiro. Segundo os autores, apesar do baixo custo marginal dos algoritmos, os custos de desenvolvimento e otimização de parâmetros podem ser substanciais, de forma que a automação deve ser maior nos valores mobiliários em que os retornos esperados da adoção da tecnologia sejam mais elevados. Essa lógica parece aplicável tam-

bém ao uso de robôs em pregões eletrônicos, o que leva à conclusão de que é bastante plausível que determinados conjuntos de leilões tenham sido substancialmente mais afetados do que os demais. Como os pregões mais afetados podem ser realizados por entidades específicas, é razoável pensar que a Regra dos 3s tenha produzido impacto desigual na Administração Pública Federal. Esforços de pesquisa futuros podem auxiliar na identificação das entidades mais afetadas.

O aumento de preços observado decorrente da limitação da atuação dos robôs é coerente com o argumento de que a competição entre robôs - ou entre fornecedores que submetem lances em maior velocidade -, reduziria o preço final, na direção do custo marginal dos ofertantes. Em seu estudo sobre o encerramento aleatório no Comprasnet e a prática de *late bidding*, Celiktemur e Szerman (2012), concluem que uma possível fonte de ineficiência alocativa *ex-post* do regime de encerramento aleatório é justamente o fato de que participantes dispostos a fornecer a preços mais baixos podem se ver impedidos de submeter novos lances. Nesse sentido, regras que restringem a capacidade de resposta dos participantes devem exacerbar a ineficiência *ex-post* do regime de encerramento aleatório. Esse é justamente o caso das regras de intervalo mínimo, cuja introdução está associada à dilatação do tempo transcorrido entre o último lance e o encerramento do pregão.

Dito isso, é curioso que a Regra dos 20s, isoladamente, não esteja associada a aumento significativo nos preços, uma vez que, em teoria, também deveria representar alguma limitação à capacidade de resposta dos participantes. Em linha com as considerações feitas acima, os resultados sugerem que a Regra dos 3s teria restringido a capacidade de resposta dos participantes de maneira mais severa do que a Regra dos 20s. Nesse sentido, é importante lembrar que a Regra dos 3s se aplica diretamente aos lances de cobertura e define um intervalo a ser observado simultaneamente por todos os participantes - características que podem ser particularmente relevantes em casos de competição acirrada entre mais de dois participantes. Estudos futuros sobre as regras de intervalo mínimo no Comprasnet podem ajudar a compreender as razões por trás das diferenças entre os efeitos estimados para cada uma das regras.

Em síntese, diante dos resultados reportados nas Tabelas 2 e 3, conclui-se que a Regra de 3s teve o efeito de reduzir a eficiência alocativa e aumentar os gastos da Administração Pública Federal. Ou seja, sob o regime de encerramento aleatório então vigente, permitir que os participantes respondessem rapidamente aos lances de concorrentes resultaria em economia de recursos públicos.

4.2 Número de participantes

As Tabelas 4 e 5 apresentam resultados para as mesmas especificações das Tabelas 2 e 3, respectivamente, mas com o número de participantes dos leilões como variável dependente. Além de facilitar a comparação entre os resultados, a utilização do mesmo conjunto de controles se justifica pois as considerações sobre as possíveis fontes de viés feita na seção anterior também se aplicam ao número de participantes. Assim, por exemplo, o número de participantes potenciais pode variar segundo local de entrega, condições de fornecimento e visibilidade dos editais, o que é controlado pelos efeitos fixos de unidade federativa, município e unidade compradora. No que diz respeito às características dos produtos, também é esperado que haja variação no nú-

Tabela 4: Efeitos das regras de intervalo mínimo sobre o número de participantes - Resultados do modelo de diferenças em diferenças - Compradores de todo o Brasil

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Regra20s	1,064*** (0,225)	2,635*** (0,793)	1,716* (0,942)	1,736* (0,946)	1,734* (0,949)	1,727* (0,944)
Regra20s + Regra3s	0,930*** (0,227)	4,308*** (0,944)	3,531*** (1,226)	3,624*** (1,235)	3,623*** (1,233)	3,613*** (1,238)
Comprasnet	2,348*** (0,188)	0,194 (0,652)				
EF UF x Bimestre		X	X	X	X	X
EF município		X	X	X	X	X
EF unidade compradora			X	X	X	X
Qualidade				X	X	X
Embalagem				X	X	X
Contrato futuro café					X	X
Preço saca café						X
Observações	4,894	4,894	4,894	4,894	4,894	4,894
R ² Ajustado	0,140	0,362	0,555	0,560	0,560	0,560
R ²	0,141	0,500	0,773	0,776	0,776	0,776

Nota: (i) em todas as especificações a variável dependente é o número de participantes que registraram ao menos um lance; (ii) erros-padrão robustos a heterocedasticidade HC1 indicados entre parênteses; (iii) níveis de significância destacados por asteriscos, sendo *p<0,1, **p<0,05, ***p<0,01; (iv) a regressão referente à primeira coluna também inclui *dummies* de bimestre. Hipóteses de homocedasticidade e normalidade dos resíduos são rejeitadas a 5% de significância.

mero de fornecedores capazes de entregar café de especificações diferentes. Por fim, os preços da saca e do contrato futuro de café arábica podem estar relacionados a diferentes condições de disponibilidade do produto e/ou interesse em participar de pregões eletrônicos, o que também poderia impactar o número de participantes em cada leilão.

Os resultados reportados indicam aumento do número médio de participantes nos leilões da Comprasnet após a introdução das regras de intervalo mínimo, tanto na amostra completa quanto na amostra restrita ao Estado de São Paulo. Segundo a especificação mais completa da Tabela 4, a Regra dos 20s estaria associada a um aumento de aproximadamente 1,7 participante nos leilões do Comprasnet de todo o Brasil, a um nível de significância de 10%. A Regra dos 3s, por sua vez, estaria relacionada a um aumento médio de 3,6 participantes. Quando se consideram apenas compradores com sede no Estado de São Paulo, a coluna (6) da Tabela 5 mostra que os coeficientes associados a cada regime jurídico passam a ser 2,9 e 4,6, respectivamente²⁸.

Esse efeito positivo no número de participantes pode ser consequência da entrada de fornecedores que se sentiam “injustiçados” ou incapazes de competir, mas passaram a acreditar que teriam chances de ganhar as disputas após a introdução das regras de intervalo mínimo. De forma análoga ao verificado por Backus *et al.* (2015) no tocante à prática de *sniping*, o uso de robôs pode ter um efeito negativo sobre a vitalidade da plataforma Comprasnet, ao desestimular a entrada de novos concorrentes, aumentar barreiras à entrada e promover a saída de participantes que não se adaptam ao uso da tecnologia.

²⁸Testou-se formalmente com um teste F incremental a significância dos regressores adicionais. Ainda que o teste tenha mostrado que eles não são significativamente diferentes de zero, optou-se por manter a especificação (6) como a preferida, porque a existência de heterocedasticidade torna as premissas que apoiam a utilização de um teste F problemáticas

Tabela 5: Efeitos das regras de intervalo mínimo sobre o número de participantes - Resultados do modelo de diferenças em diferenças - Compradores com sede no Estado de São Paulo

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Regra20s	2,217*** (0,644)	2,718*** (0,776)	2,908*** (0,879)	2,879*** (0,889)	2,877*** (0,893)	2,920*** (0,895)
Regra20s + Regra3s	3,719*** (0,790)	4,308*** (0,997)	4,510*** (1,104)	4,572*** (1,113)	4,571*** (1,111)	4,594*** (1,108)
Comprasnet	0,614 (0,535)					
EF unidade compradora		X	X	X	X	X
EF município		X	X	X	X	X
EF marca vencedora			X	X	X	X
Qualidade				X	X	X
Embalagem				X	X	X
Contrato futuro café					X	X
Preço saca café						X
Observações	1,964	1,964	1,964	1,964	1,964	1,964
R ² Ajustado	0,214	0,460	0,467	0,470	0,470	0,471
R ²	0,215	0,581	0,592	0,595	0,595	0,596

Nota: (i) em todas as especificações a variável dependente é o número de participantes que registraram ao menos um lance; (ii) erros-padrão robustos a heterocedasticidade HC1 indicados entre parênteses; (iii) níveis de significância destacados por asteriscos, sendo *p<0,1, **p<0,05, ***p<0,01; (iv) todas as regressões também incluem *dummies* de bimestre. Hipóteses de homocedasticidade e normalidade dos resíduos são rejeitadas a 5% de significância.

Na verdade, o aumento no número de participantes pode ser interpretado de forma a reforçar as conclusões referentes ao efeito da Regra dos 3s. Caso se houvesse observado diminuição do número de participantes, o aumento de preços observado poderia ser consequência do arrefecimento da competição. Entretanto, diante dos resultados das Tabelas 4 e 5, sabe-se que o aumento de preços não pode ser atribuído à redução do número de concorrentes.

De todo modo, apesar de bastante expressivos, os resultados referentes ao número de participantes devem ser interpretados com mais cautela, sobretudo no que diz respeito a sua interpretação causal. Como se verá a seguir, além dos indícios de ausência de paralelismo de tendências observados na Figura 4, os resultados apresentados nas Tabelas 4 e 5 não são robustos à introdução de interação entre *dummy* de grupo e tendência linear.

4.3 Testes de robustez

Uma fonte de preocupação em relação aos resultados reportados acima diz respeito à possibilidade de refletirem tendências anteriores ao tratamento ou serem consequência de fatores ignorados que tenham afetado os grupos de tratamento e controle de forma distinta. As próximas seções buscam explorar essa possibilidade, com a inclusão de tendências lineares específicas a cada grupo e introdução de tratamentos placebo.

Inclusão de tendências lineares

Se a hipótese de paralelismo de tendências não é satisfeita, o efeito estimado em modelos de diferenças em diferenças pode ser entendido como uma soma do efeito do tratamento e da diferença entre as tendências nos grupos de tra-

Tabela 6: Efeitos das regras de intervalo mínimo sobre o preço final
- Resultados do modelo de diferenças em diferenças com inclusão de tendências lineares

	Variável dependente			
	Log. Preço		# Participantes	
	Brasil	SP	Brasil	SP
Regra20s	0,009 (0,064)	0,007 (0,089)	0,512 (1,214)	0,955 (1,206)
Regra20s + Regra3s	0,035 (0,144)	0,088 (0,171)	0,314 (2,707)	0,237 (2,585)
Comprasnet × Tendência	0,006 (0,007)	0,003 (0,008)	0,171 (0,105)	0,209** (0,103)
EF bimestre		X		X
EF UF x bimestre	X		X	
EF marca vencedora		X		X
EF município	X	X	X	X
EF unidade compradora	X	X	X	X
Qualidade	X	X	X	X
Embalagem	X	X	X	X
Preço saca café	X	X	X	X
Contrato futuro café	X	X	X	X
Observações	4894	1964	4894	1964
R ² Ajustado	0,713	0,823	0,561	0,476
R ²	0,854	0,865	0,776	0,601

Nota: (i) erros-padrão robustos a heterocedasticidade HC1 indicados entre parênteses; (ii) níveis de significância destacados por asteriscos, sendo *p < 0,1, **p < 0,05, ***p < 0,01; (iii) não é possível estimar os coeficientes para a *dummy* Comprasnet pois em todas as especificações são incluídos efeitos fixos de unidade compradora; (iv) a tendência linear é indexada de acordo com os bimestres, sendo o primeiro bimestre da amostra igual a 0. Hipóteses de homocedasticidade e normalidade dos resíduos são rejeitadas a 5% de significância.

tamento (CUNNINGHAM, 2021, p. 415). Todavia, o termo de diferença entre as tendências dos grupos depende de informações que não são disponíveis nos dados (qual seria a média da variável de interesse no grupo de controle sob a hipótese de ter sido tratado e a média da mesma variável para o grupo de tratamento na hipótese deste não ter sido tratado), não existe uma forma de se testar diretamente essa hipótese.

O que se observa na literatura são métodos e testes que permitem dar ao leitor um pouco mais de confiança que a hipótese de paralelismo de tendências não parece ser violada. Tais testes são uma área bastante ativa de pesquisa em econometria, e estudos como os de Ryan, Kontopantelis *et al.* (2019) e Ryan, Burgess Jr e Dimick (2015a) são exemplos.

Escolheu-se no presente artigo seguir uma literatura aplicada mais antiga, como a de Besley e Burgess (2004), que advoga a inclusão de tendências lineares específicas aos grupos. Com esse objetivo, considerando as especificações mais completas apresentadas nas Tabelas 2, 3, 4 e 5, foram estimadas novas regressões incluindo uma interação entre a variável binária *Comprasnet* e uma tendência linear bimestral. Os resultados dessa análise são apresentados na Tabela 6.

De maneira geral, é possível notar que a inclusão da interação faz com que os coeficientes de ambos os tratamentos diminuam em magnitude e passem a ser não significativos a 5%. Idealmente, para reforçar os resultados obtidos nas especificações principais, seria bom que os coeficientes estimados não sofressem grandes alterações. Por outro lado, com exceção da especificação referente ao número de participantes nos leilões do Estado de São Paulo, os coeficientes associados às tendências lineares são não significantes a níveis de confiança usuais. Portanto, sobretudo no que diz respeito a preços, é plausível que a redução nas estimativas dos efeitos da Regra dos 3s seja mera consequência da eliminação de variações exógenas e válidas - cenário em que os resultados principais reportados acima permanecem válidos.

De fato, no tocante às especificações que utilizam o logaritmo do preço como variável dependente, é reconfortante verificar que ambos os coeficientes associados à tendência linear são não significantes a níveis de confiança usuais. Esses resultados indicam que a evolução dos preços observada nos dados não é explicada por uma diferença linear nas dinâmicas de evolução de preço próprias de cada grupo.

Por outro lado, em relação ao número de participantes, os resultados sugerem que a entrada associada à introdução das regras de intervalo mínimo pode refletir, na verdade, tendência de evolução distinta entre os grupos de tratamento e controle. Na amostra restrita a leilões do Estado de São Paulo, em particular, nota-se que a estimativa do coeficiente associado à tendência linear é positiva e significativa a 5%, indicando aumento bimestral médio de 0,2 na diferença entre o número médio de participantes do Comprasnet e da BEC. Esse resultado se alinha ao que se observou no painel inferior direito da Figura 4, onde é possível notar aumento do número médio de participantes no Comprasnet ao longo do tempo, ao contrário do que ocorre na BEC, inclusive no período pré-tratamento. Diante disso, conclui-se que a interpretação causal dos resultados reportados nas Tabelas 4 e 5 requer mais cautela.

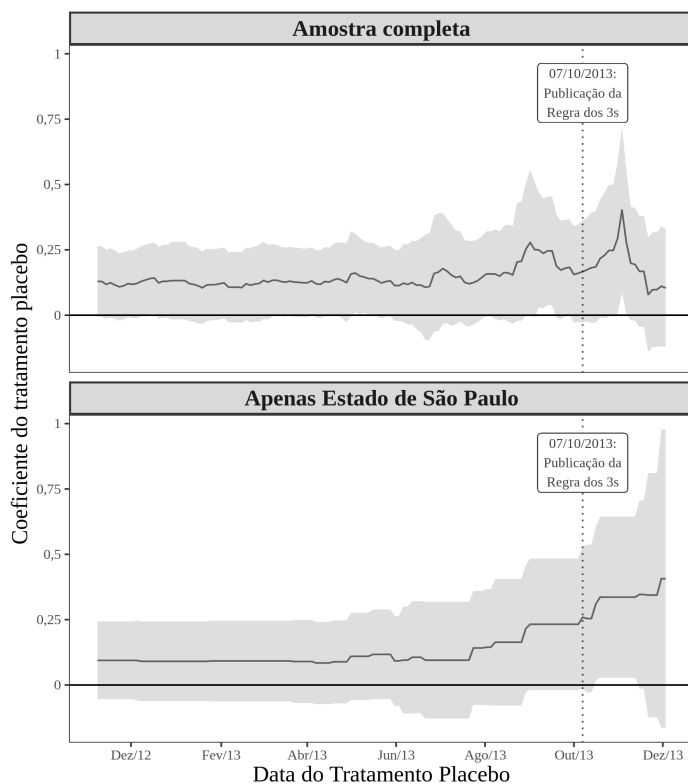
Tratamento placebo

Para investigar a possibilidade de os resultados refletirem fator desconsiderado nos modelos de diferenças em diferenças, as especificações mais completas das regressões foram reestimadas com a introdução de um tratamento placebo adicional, mantendo-se os tratamentos “verdadeiros” (*i.e.*, correspondentes à implementação da Regra dos 20s e Regra dos 3s).

Como o principal resultado diz respeito ao efeito da Regra dos 3s sobre os preços, a análise dos tratamentos placebo foi restrita às especificações em que a variável dependente é o logaritmo do preço. Além disso, como a atenção está focada na Regra dos 3s, o tratamento placebo foi introduzido entre implementação da Regra dos 20s e a Regra dos 3s. Em vez de escolher uma única data arbitrária para definir o tratamento placebo, foram estimados 131 modelos com datas alternativas, cobrindo o período de 08/11/2012 a 03/12/2013, com um intervalo de três dias entre cada tratamento placebo. Esse processo foi realizado com a amostra completa e com a amostra restrita ao Estado de São Paulo. Os resultados são apresentados na Figura 5.

Na Figura 5, o eixo horizontal representa a data do tratamento placebo considerado em cada modelo, enquanto o eixo vertical indica a estimativa do respectivo coeficiente. As áreas sombreadas demarcam o intervalo de confi-

Figura 5: Coeficientes estimados para tratamentos placebo alternativos introduzidos antes da Regra dos 3s



Fonte: Elaboração própria.

Notas: (i) cada ponto corresponde ao coeficiente associado a um tratamento placebo distinto, introduzido entre a Regra dos 20s e a Regra dos 3s; (ii) foram considerados 131 datas distintas para o tratamento placebo, de 08/11/2012 a 03/12/2013, com intervalo de 3 dias entre si; (iii) cada coeficiente foi estimado em uma regressão à parte, que também incluiu os tratamentos "originais", *dummies* de bimestre e o conjunto completo de controles; (iv) a área sombreada representa o intervalo de confiança de 95%, segundo erros-padrão HC1; (v) a linha vertical pontilhada identifica a data de publicação da Instrução Normativa SLTI/MP n. 3/2013 no Diário Oficial da União.

ança de 95% para cada data, considerando erros-padrão robustos à heteroscedasticidade.

Para quase a totalidade das 131 datas consideradas, o efeito do tratamento placebo não é estatisticamente diferente de zero a 5%. Esse resultado sugere que os efeitos estimados para a Regra dos 3s não foram causados por outra mudança que tenha impactado os grupos de tratamento e controle de forma distinta. Além disso, as estimativas de efeito da Regra dos 3s reportadas na Seção 4.1 são robustas à inclusão dos diferentes tratamentos alternativos: conforme gráficos disponíveis em apêndice, ao longo das 131 intervenções placebo consideradas, o coeficiente associado à Regra dos 3s permaneceu estável e muito próximo dos valores reportados nas Tabelas 2 e 3.

No entanto, é possível observar um crescimento nos efeitos estimados dos tratamentos alternativos, à medida em que as datas das intervenções-placebo se aproximam da implementação da Regra dos 3s. Esse fenômeno parece mais evidente quando se considera a amostra restrita ao Estado de São Paulo (painel inferior), em que o coeficiente do tratamento placebo passa a ser estatisticamente distinto de zero a partir de outubro de 2013, assim permanecendo até meados de novembro - quando os erros-padrão aumentam substancialmente, possivelmente em decorrência do pequeno número de observações.²⁹

No painel inferior, é interessante notar que o efeito do tratamento placebo passa a ser estatisticamente significativo logo após a publicação, no Diário Oficial da União, da instrução normativa que instituiu a Regra dos 3s, que viria a ser implementada apenas em janeiro de 2014. Considerando ainda que informações acerca da iminente mudança regulatória provavelmente já estavam disponíveis em meios especializados algum tempo antes disso, é possível que o fenômeno ilustrado na Figura 5 esteja associado a mudanças de comportamento dos participantes em antecipação às novas regras de intervalo mínimo.

Nesse caso, a indagação que surge é a seguinte: se submeter lances em desacordo com a Regra dos 3s de fato trazia benefícios aos fornecedores que usavam robôs, por que mudar a estratégia de lances antes de a nova regra ser implementada no Comprasnet?

Ajustar a estratégia de lances de forma antecipada poderia ser racional em um cenário de incerteza ou desconhecimento acerca da real data de implementação da mudança regulatória, por exemplo. Nesse sentido, apesar de a Instrução Normativa SLTI/MP n. 3/2013 ter previsto prazo de 90 dias para o início de vigência da Regra dos 3s, é possível que sua publicação tenha sinalizado aos fornecedores que, a partir daquela momento, a mudança poderia ser implementada a qualquer tempo.

Como documentado por Celiktemur e Szerman (2012), no passado já haviam sido implementadas mudanças técnicas relevantes no sistema do Comprasnet, implicando verdadeira alteração nas regras dos pregões eletrônicos, sem prévio aviso aos participantes. Levando em consideração esse histórico de mudanças súbitas e imprevistas - ou mesmo ignorando por completo a vigência da norma -, os fornecedores que usavam a tecnologia em outubro de 2013 podem ter optado por ajustar sua estratégia de lances imediatamente, no intuito de minimizar o risco de serem surpreendidos pelo bloqueio automático de lances decisivos em leilões importantes. Em outras palavras, sem saber se a Regra dos 3s já havia sido implementada ou não, pode ter sido mais vanta-

²⁹Lembrando que os modelos também incluem o tratamento que considera a data de implementação da Regra dos 3s, em 02/01/2014.

joso aos fornecedores aumentar um pouco o tempo de resposta, de maneira preventiva, com o objetivo de assegurar a validade dos lances.³⁰

Trabalhos futuros utilizando a base de dados criada nesse estudo podem investigar se houve, de fato, alguma mudança de comportamento por parte dos participantes no final de 2013 e, caso afirmativo, entender as razões econômicas que a motivaram. Por ora, limitamo-nos a concluir que os casos em que o efeito estimado do tratamento placebo foi estatisticamente diferente de zero podem refletir comportamento antecipatório racional por parte de alguns fornecedores - não prejudicando, portanto, os resultados apresentados na seção 4.1.

5 Conclusão

Nesse trabalho, buscou-se estimar os impactos econômicos das regras de intervalo mínimo entre lances implementadas nos pregões eletrônicos do Comprasnet, no que se refere ao preço dos contratos e ao número de participantes. Essas regras foram instituídas em resposta a preocupações de que o uso de robôs nos leilões do Comprasnet pudesse comprometer a isonomia entre participantes, mas sem ampla discussão sobre seus possíveis desdobramentos econômicos.

Com o objetivo de estimar os efeitos da Regra dos 20s e da Regra dos 3s, foi aplicado o método de diferenças em diferenças, utilizando pregões eletrônicos da BEC como grupo de controle. A análise se restringiu a leilões realizados para aquisição de café torrado e moído realizados na BEC ou no Comprasnet entre 01/03/2011 e 31/12/2015.

O principal resultado obtido diz respeito aos efeitos da Regra dos 3s sobre os preços dos contratos do Governo Federal para compra de café. Concluiu-se que a Regra dos 3s está associada a um aumento dos gastos públicos com aquisição de café da ordem de 16%, em relação aos preços praticados no Comprasnet entre 01/03/2011 e 17/01/2012.

Mais especificamente, a Regra dos 3s ocasionou um aumento de 16,53% no preço do quilograma de café adquirido pela Administração Pública Federal por meio do Comprasnet, em relação ao preço médio observado na plataforma no período pré-intervenção. Esse resultado é robusto à restrição da amostra a leilões realizados por entidades com sede no Estado de São Paulo, em relação aos quais os leilões da BEC possivelmente representam um contrafactual mais adequado. Para a amostra restrita ao Estado de São Paulo, o aumento de preços causado pela Regra dos 3s foi estimado em 15,95%.

Esses efeitos implicam que a imposição da Regra dos 3s teria ocasionado um aumento de pelo menos R\$ 7,5 milhões nos gastos do Governo Federal, em compras de café torrado e moído realizadas entre janeiro de 2014 e dezembro de 2015. Considerando apenas as aquisições de café realizadas por entidades da Administração Pública Federal sediadas em São Paulo, o aumento de gastos atribuído à Regra dos 3s é estimado em R\$ 360 mil, ao longo do mesmo período.

³⁰Vale ressaltar que a Regra dos 3s de fato foi implementada alguns dias antes do que previa a Instrução Normativa SLTI/MP n. 3/2013. Esta foi publicada no Diário Oficial da União em 07/10/2013, prevendo *vacatio legis* de 90 dias. Portanto, as novas regras passariam a valer a partir de 05/01/2014 - e não em 02/01/2014, quando a Regra dos 3s foi implementada.

Esse aumento de preços é consistente com a consideração teórica de que o uso de robôs em pregões eletrônicos poderia aproximar os preços do custo marginal dos fornecedores. Além disso, os resultados sugerem que limitar a capacidade de resposta aos lances de concorrentes pode resultar em ineficiência alocativa sob o regime de encerramento aleatório.

Em relação à Regra dos 20s, aplicável a lances subsequentes de um mesmo fornecedor, não foi possível descartar a hipótese nula de ausência de efeitos sobre os preços dos contratos de café.

No que se refere aos efeitos sobre o número de participantes, os resultados indicam que as regras de intervalo mínimo teriam produzido um efeito positivo sobre a entrada. Em linha com conclusões de trabalhos anteriores sobre a prática de *sniping*, é possível que o uso irrestrito de robôs leve à saída de participantes que se sintam injustiçados ao competir com usuários da tecnologia. Nesse caso, o aumento do número médio de participantes seria consequência esperada da introdução de regras de intervalo mínimo entre lances.

No entanto, a interpretação causal dos resultados relativos ao número de participantes deve ser feita com mais cautela, diante de indícios de violação da hipótese de paralelismo de tendências. De todo modo, os resultados relativos à entrada podem ser interpretados de forma a reforçar a conclusão de que a Regra dos 3s teria causado um aumento de preços: como não houve redução no número de participantes, sabe-se que o aumento de preços não pode ser atribuído à redução do número de concorrentes. Assim, ainda que as regras de intervalo mínimo tenham promovido a entrada novos participantes, a pressão negativa sobre os preços daí decorrente não teria sido suficiente para compensar o aumento de preços causado pela Regra dos 3s.

Espera-se que as conclusões deste trabalho auxiliem as autoridades e formuladores de políticas públicas nas próximas decisões e mudanças regulatórias envolvendo regras de intervalo mínimo e uso de robôs em pregões eletrônicos. De maneira mais geral, espera-se também que este trabalho sirva para enfatizar a importância da avaliação prévia dos possíveis impactos econômicos de alterações regulatórias, por mais justas que suas motivações possam ser.

Referências

- AKERLOF, George A. The market for “lemons”: Quality uncertainty and the market mechanism. *In: UNCERTAINTY in Economics*. Amsterdam: Elsevier, 1978. p. 235–251.
- ANGRIST, Joshua D; PISCHKE, Jörn-Steffen. *Mostly harmless econometrics: An empiricist's companion*. Princeton, NJ: Princeton University, 2008.
- ANWAR, Sajid; MCMILLAN, Robert; ZHENG, Mingli. Bidding behavior in competing auctions: Evidence from eBay. *European Economic Review*, v. 50, n. 2, p. 307–322, 2006.
- ARIELY, Dan; OCKENFELS, Axel; ROTH, Alvin E. An experimental analysis of ending rules in internet auctions. *RAND Journal of Economics*, p. 890–907, 2005.

- ASHENFELTER, Orley. Estimating the effect of training programs on earnings. *The Review of Economics and Statistics*, p. 47–57, 1978.
- ASIAN DEVELOPMENT BANK. *E-Government Procurement Handbook*. [S. l.: s. n.], 2013.
- BACKUS, Matt *et al.* Is Sniping A Problem For Online Auction Markets? In: PROCEEDINGS of the 24th International Conference on World Wide Web. [S. l.: s. n.], 2015. p. 88–96.
- BAJARI, Patrick; HORTACSU, Ali. The winner's curse, reserve prices, and endogenous entry: Empirical insights from eBay auctions. *RAND Journal of Economics*, p. 329–355, 2003.
- BERTRAND, Marianne; DUFLO, Esther; MULLAINATHAN, Sendhil. How much should we trust differences-in-differences estimates? *The Quarterly Journal of Economics*, v. 119, n. 1, p. 249–275, 2004.
- BESLEY, Timothy; BURGESS, Robin. Can labor regulation hinder economic performance? Evidence from India. *The Quarterly Journal of Economics*, v. 119, n. 1, p. 91–134, 2004.
- CAMERON, A Colin; TRIVEDI, Pravin K. *Microeconometrics: methods and applications*. Cambridge: Cambridge University, 2005.
- CASSADY, Ralph. *Auctions and auctioneering*. [S. l.]: Univ of California Press, 1967.
- CELIKTEMUR, Can; SZERMAN, Dimitri. *Auctions with Random Ending Time*. [S. l.], 2012.
- CHIMELI, Ariaster B; SOARES, Rodrigo R. The use of violence in illegal markets: Evidence from mahogany trade in the Brazilian Amazon. *American Economic Journal: Applied Economics*, v. 9, n. 4, p. 30–57, 2017.
- CUNNINGHAM, Scott. *Causal inference: the mixtape*. New Haven London: Yale University Press, 2021.
- GLOVER, Brent; RAVIV, Yaron. Revenue non-equivalence between auctions with soft and hard closing mechanisms: New evidence from Yahoo! *Journal of Economic Behavior & Organization*, v. 81, n. 1, p. 129–136, 2012.
- HANSEN, Benjamin; SABIA, Joseph J.; REES, Daniel I. Have cigarette taxes lost their bite? New estimates of the relationship between cigarette taxes and youth smoking. *American Journal of Health Economics*, v. 3, n. 1, p. 60–75, 2017.
- HENDERSHOTT, Terrence; JONES, Charles M; MENKVELD, Albert J. Does algorithmic trading improve liquidity? *The Journal of Finance*, v. 66, n. 1, p. 1–33, 2011.

- HENDRICKS, Kenneth; PAARSCH, Harry J. A survey of recent empirical work concerning auctions. *Canadian Journal of Economics*, p. 403–426, 1995.
- HOLLAND, Paul W. Statistics and causal inference. *Journal of the American Statistical Association*, v. 81, n. 396, p. 945–960, 1986.
- KAHN-LANG, Ariella; LANG, Kevin. The promise and pitfalls of differences-in-differences: Reflections on 16 and pregnant and other applications. *Journal of Business & Economic Statistics*, v. 38, n. 3, p. 613–620, 2020.
- KLEMPERER, Paul. Auction theory: A guide to the literature. *Journal of Economic Surveys*, v. 13, n. 3, p. 227–286, 1999.
- LAFFONT, Jean-Jacques. Game theory and empirical economics: The case of auction data. *European Economic Review*, v. 41, n. 1, p. 1–35, 1997.
- LUCKING-REILEY, David. Auctions on the Internet: What's being auctioned, and how? *The Journal of Industrial Economics*, v. 48, n. 3, p. 227–252, 2000.
- MALAGA, R. *et al.* A new end-of-auction model for curbing sniping. *Journal of the Operational Research Society*, v. 61, n. 8, p. 1265–1272, 2010.
- MEGIDDO, Nimrod. *Smooth End of Auction on the Internet*. [S. l.], 2000. Depositante: International Business Machines Corp. Titular atual: Google LLC. US-6665649-B1. Depósito: 10 de março de 2000. Concessão: 16 de dezembro de 2003. Expiração: 10 de março de 2020.
- OCKENFELS, Axel; ROTH, Alvin E. The timing of bids in internet auctions: Market design, bidder behavior, and artificial agents. *AI Magazine*, v. 23, n. 3, p. 79–87, 2002.
- OLIVEIRA, Alexandre Fernandes; FABREGAS MASLOVET, Abdoulaye; FAZEKAS, Mihaly. *Auction Length and Prices: Evidence from Random Auction Closing in Brazil*. Washington, DC: World Bank, 2019. (Policy Research Working Paper 8828).
- PATTEN, R. W. Tatworth candle auction. *Folklore*, v. 81, n. 2, p. 132–135, 1970.
- RASMUSEN, Eric Bennett. Strategic implications of uncertainty over one's own private value in auctions. *Advances in Theoretical Economics*, v. 6, n. 1, p. 1–22, 2006.
- ROTH, Alvin E.; OCKENFELS, Axel. Last-minute bidding and the rules for ending second-price auctions: Evidence from eBay and Amazon auctions on the Internet. *American Economic Review*, v. 92, n. 4, p. 1093–1103, 2002.
- RUBIN, Donald B. Estimating causal effects of treatments in randomized and nonrandomized studies. *Journal of Educational Psychology*, v. 66, n. 5, p. 688, 1974.

- RYAN, Andrew M.; BURGESS JR., James F.; DIMICK, Justin B. Why we should not be indifferent to specification choices for difference-in-differences. *Health Services Research*, v. 50, n. 4, p. 1211–1235, 2015a.
- RYAN, Andrew M.; BURGESS JR., James F.; DIMICK, Justin B. Why we should not be indifferent to specification choices for difference-in-differences. *Health Services Research*, v. 50, n. 4, p. 1211–1235, 2015b.
- RYAN, Andrew M.; KONTOPANTELOS, Evangelos *et al.* Now trending: Coping with non-parallel trends in difference-in-differences analysis. *Statistical Methods in Medical Research*, v. 28, n. 12, p. 3697–3711, 2019.
- TCU. Acórdão nº 2.601/2011. Plenário. Relator: Valmir Campelo. Brasília, 2011.
- TREVATHAN, Jarrod; READ, Wayne. Disarming the bid sniper. *Journal of Electronic Commerce Research*, v. 12, n. 3, p. 176–186, 2011.
- WANG, Joseph Tao-yi. *Is last minute bidding bad?* [S. l.: s. n.], 2006.