

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE ECONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA**

Marcelo Vítor Martins de Meneses

**O EFEITO DO MONITORAMENTO E DA
FISCALIZAÇÃO SOBRE A QUALIDADE DOS
COMBUSTÍVEIS AUTOMOTIVOS**

**RIO DE JANEIRO
2019**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE ECONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA**

Marcelo Vítor Martins de Meneses

**O EFEITO DO MONITORAMENTO E DA
FISCALIZAÇÃO SOBRE A QUALIDADE DOS
COMBUSTÍVEIS AUTOMOTIVOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Economia da UFRJ, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ciências Econômicas.

Área de concentração: Microeconometria Aplicada, Análise de Políticas Públicas.

Orientador: Prof. Dr. Romero Cavalcanti Barreto da Rocha.

**RIO DE JANEIRO
2019**

FICHA CATALOGRÁFICA

M541 Meneses, Marcelo Vítor Martins de

O efeito do monitoramento e da fiscalização sobre a qualidade dos combustíveis
automotivos / Marcelo Vítor Martins de Meneses. – 2019.

84 p.; 31 cm.

Orientador: Romero Cavalcanti Barreto da Rocha.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de
Economia, Programa de Pós-Graduação em Economia da Indústria e Tecnologia,
2019.

Bibliografia: f. 75 – 78.

1. Combustível automotivo - Qualidade. 2. Desempenho ambiental. 3. Fiscalização. I.
Rocha, Romero Cavalcanti Barreto da, orient. II. Universidade Federal do Rio de Janeiro.
Instituto de Economia. III. Título.

CDD 662.6

Ficha catalográfica elaborada pelo bibliotecário: Lucas Augusto Alves Figueiredo
CRB 7 – 6851 Biblioteca Eugênio Gudin/CCJE/UFRJ

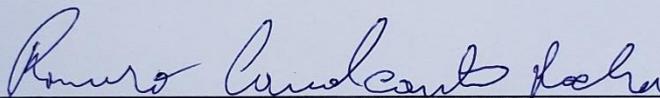
Marcelo Vítor Martins de Meneses

O efeito do monitoramento e da fiscalização sobre a qualidade dos combustíveis automotivos.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Economia da UFRJ, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ciências Econômicas.

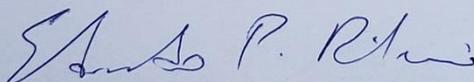
Rio de Janeiro, 13 de junho de 2019.

Banca Examinadora:



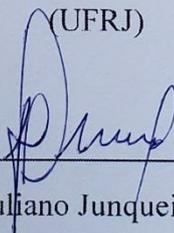
Prof. Dr. Romero Cavalcanti Barreto da Rocha

(Orientador - UFRJ)



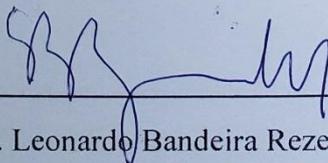
Prof. Dr. Eduardo Pontual Ribeiro

(UFRJ)



Prof. Dr. Juliano Junqueira Assunção

(PUC-Rio)



Prof. Dr. Leonardo Bandeira Rezende

(PUC-Rio)

Aos meus queridos pais.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, inicialmente, a meu orientador, Romero Rocha, por acreditar em meu tema de pesquisa e por sugerir brilhantes soluções para os principais desafios que emergiram ao longo da dissertação.

Aproveito a oportunidade, também, para manifestar meu agradecimento ao professor Rudi Rocha e a Aline Menezes pela ajuda inicial e pelo compartilhamento de conhecimentos que foram decisivos na escolha do objeto de estudo.

Igualmente importante foram as críticas e sugestões recebidas dos professores Eduardo Pontual e Pedro Hemsley, fundamentais para refinar a teoria e os cálculos apresentados durante qualificação do projeto.

Por fim, agradeço a minha família, pela capacidade de tornar os períodos de apreensão mais agradáveis. Em especial, a minha amada esposa, por apoiar meu sonho de me tornar mestre em economia, sendo compreensível em meus momentos de desalento e de distância, porém sempre me encorajando a suplantar meus limites.

RESUMO

MENESES, M. V. M. O efeito do monitoramento e da fiscalização sobre a qualidade dos combustíveis automotivos. Rio de Janeiro, 2019. Dissertação (Mestrado em Ciência Econômicas) – Instituto de Economia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2019.

Esta dissertação estima efeito das ações de monitoramento e de fiscalização do abastecimento, executadas pela Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), sobre a qualidade dos combustíveis comercializados no Brasil. Utilizando principalmente microdados do Programa de Monitoramento da Qualidade dos Combustíveis (PMQC), que possui características de experimento aleatório, verifica-se que as atividades de controle da qualidade empregadas pela ANP são eficazes em reduzir a probabilidade de as vendas varejistas de combustíveis automotivos comercializarem combustíveis fora das especificações nos meses subsequentes a uma inspeção. Os resultados obtidos indicam, assim, que tanto o tradicional “comando e controle” quanto outros métodos alternativos de dissuasão podem ser utilizados para melhorar o engajamento dos agentes econômicos no que diz respeito ao desempenho ambiental.

Palavras-chave: aplicação da lei, experimentação aleatória, mercado de combustível, desempenho ambiental, variável instrumental.

ABSTRACT

MENESES, M. V. M. O efeito do monitoramento e da fiscalização sobre a qualidade dos combustíveis automotivos. Rio de Janeiro, 2019. Dissertação (Mestrado em Ciência Econômicas) – Instituto de Economia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2019.

This dissertation estimates the effect of the monitoring and law enforcement actions carried out by the National Agency of Petroleum, Natural Gas and Biofuels (ANP) on the quality of fuels marketed in Brazil. The research uses mainly micro-data from the Fuel Quality Monitoring Program (PMQC), which has characteristics of a random experiment. It is verified that the quality control activities employed by the ANP are effective in reducing the likelihood that automotive fuel retailers will commercialize fuels out of specifications in the months following an inspection. The results indicate that both traditional "command and control" and other alternative deterrent methods can be used to improve the engagement of economic agents with respect to environmental performance.

Keywords: law enforcement, random experimentation, fuel market, environmental performance, instrumental variable.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

GRÁFICO 1 - Histórico dos índices de não conformidade no Brasil - Gasolina, Óleo Diesel e Etanol Hidratado, 2002 a 2018	34
GRÁFICO 2 - Histórico de ações de fiscalização do abastecimento no Brasil e de autos de infração lavrados, 2002 a 2018.....	36

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – O efeito do monitoramento sobre a conformidade dos postos.....	56
TABELA 2 - O papel do PMQC na determinação das fiscalizações	59
TABELA 3 - O efeito da fiscalização sobre a conformidade dos postos – 2º Estágio.....	61
TABELA 4 – Correlações adicionais com a conformidade dos postos	63
TABELA 5 – Influência das variáveis adicionais no efeito do monitoramento.....	65
TABELA 6 – Teste de Robustez	70
TABELA A1 – Ações de fiscalização do abastecimento realizados e autos de infração lavrados pela ANP – 2002 a 2018	Erro! Indicador não definido.
TABELA A2 – Amostras coletadas e amostras não conformes, por combustível, segundo especificações da ANP - 2002 a 2018	Erro! Indicador não definido.
TABELA B1 – Sumário estatístico	80
TABELA B2 - O efeito da fiscalização sobre a conformidade dos postos – 1º Estágio	82

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANP	Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis
CNPJ	Cadastro Nacional da Pessoa Jurídica
COV	Composto Orgânico Volátil
DF	Documento de Fiscalização
EUA	Estados Unidos da América
FOB	<i>Free on Board</i>
LPMCC	Levantamento de Preços e de Margens de Comercialização de Combustíveis
Petrobras	Petróleo Brasileiro S.A.
PMQC	Programa de Monitoramento da Qualidade dos Combustíveis
SFI	Superintendência de Fiscalização do Abastecimento
SIGI	Sistema Integrado de Gestão de Informação
SIMP	Sistema de Informações de Movimentações de Produtos
TCU	Tribunal de Contas da União

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	21
2 REVISÃO DA LITERATURA	25
3 O MERCADO BRASILEIRO DE COMBUSTÍVEIS	31
3.1 O Programa de Monitoramento da Qualidade dos Combustíveis	32
3.2 As ações de fiscalização do abastecimento	34
3.3 A auditoria operacional do Tribunal de Contas da União	36
4 O MODELO TEÓRICO	39
5 DESCRIÇÃO DOS DADOS	43
5.1 Dados de monitoramento do PMQC	43
5.2 Dados cadastrais e da fiscalização do abastecimento	45
5.3 Dados relacionados à concorrência	46
5.4 Dados relacionados aos municípios.....	47
5.5 O modelo empírico	48
6 RESULTADOS	55
6.1 O efeito do monitoramento sobre a conformidade dos combustíveis	55
6.2 O efeito do monitoramento sobre a fiscalização do abastecimento.....	58
6.3 O efeito da fiscalização do abastecimento sobre a conformidade dos combustíveis	60
6.4 Correlações adicionais com a conformidade dos combustíveis	62
7 TESTES DE ROBUSTEZ	69
8 CONCLUSÃO	73
REFERÊNCIAS	75
ANEXO A – DADOS ADICIONAIS	Erro! Indicador não definido.
ANEXO B – RESULTADOS DAS REGRESSÕES	80

1 INTRODUÇÃO

Nos dias atuais, é consenso entre ambientalistas, governantes e cidadãos que a queima de combustíveis fósseis é um dos principais causadores de poluição atmosférica nos grandes centros urbanos. Esses combustíveis, ao serem empregados em máquinas térmicas ou veículos automotores, emitem grande quantidade de gás carbônico na atmosfera, além de partículas e de outros gases nocivos à saúde humana. Segundo relatório da Organização de Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), se o padrão de emissão não for alterado, a poluição por material particulado e ozônio será, até 2050, a principal causa de morte no mundo vinculada ao meio ambiente (OECD, 2012).

O aperfeiçoamento das especificações dos combustíveis automotivos, possível devido aos avanços tecnológicos na cadeia produtiva do petróleo, pode reduzir significativamente a emissão de poluentes atrelados à queima de combustíveis, protegendo o ar e a saúde humana. Assim, em conjunto com o aprimoramento da concepção tecnológica dos motores a combustão, a elevação dos padrões de qualidade dos combustíveis é fundamental para minimizar os danos ambientais causados pelos derivados de petróleo.

Contudo, apenas a definição de novos padrões não é o suficiente para garantir que os consumidores tenham acesso a combustíveis com baixo potencial poluidor. Para assegurar que os combustíveis comercializados atendam às especificações estabelecidas e sejam isentos de adulterações, faz-se necessário o estabelecimento de um sistema de monitoramento da qualidade por parte dos órgãos responsáveis pela regulação dos combustíveis.

Mas, estaria o órgão brasileiro responsável pela qualidade dos combustíveis cumprindo sua atribuição de garantir o atendimento às especificações estabelecidas? Essa dúvida surge uma vez que a implementação de programas que assegurem a qualidade de produtos ou de serviços tem se mostrado um desafio no Brasil, em decorrência das dimensões continentais do país. Soma-se ainda que as dificuldades se apresentam maiores quando se trata de derivados de petróleo, dado que o produto é movimentado ao longo de uma complexa cadeia de produção e de distribuição, podendo sair das especificações (de forma intencional ou não) em quaisquer etapas do processo.

Uma das formas de garantir a conformidade do combustível, e assegurar a punição do agente causador da não conformidade, é por meio da criação um sistema contínuo de monitoramento, capazes de verificar a qualidade dos combustíveis nos diversos pontos da cadeia da indústria do petróleo. Assim, o estabelecimento de uma política de verificação

contínua é fundamental para a efetiva regulação dos aspectos ambientais e econômicos referentes aos mercados dos combustíveis, visto que o controle intensivo do cumprimento das suas especificações favorece o cumprimento das regulamentações, além de reduzir a evasão fiscal e as práticas anticoncorrenciais.

No Brasil, desde a publicação da Lei nº 9.478, de 6 de agosto de 1997, cabe à Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), dentre outras competências, promover a regulação, a contratação e a fiscalização das atividades econômicas integrantes da indústria do petróleo, do gás natural e dos biocombustíveis. Em decorrência dessas atribuições, a Agência tem empreendido esforços contínuos para a melhoria da qualidade dos combustíveis derivados de petróleo, do gás natural, do biodiesel e do etanol combustível, por meio da especificação de características físico-químicas que garantam que os combustíveis tenham a qualidade mínima necessária para atender aos anseios da sociedade quanto à eficiência energética e ao meio ambiente.

Visando assegurar que os produtos vendidos aos consumidores atendam obrigatoriamente aos parâmetros estabelecidos, a ANP utiliza dois métodos distintos de controle: o “monitoramento da qualidade”, executado por instituições contratadas mediante o Programa de Monitoramento da Qualidade dos Combustíveis (PMQC), e a execução de “ações de fiscalização do abastecimento”, desenvolvidas pela Superintendência de Fiscalização do Abastecimento (SFI). As “ações de monitoramento” têm como principais objetivos o levantamento de indicadores gerais da qualidade dos combustíveis comercializados no país e a identificação de focos de não conformidade, tendo como características basilares a seleção aleatória dos estabelecimentos visitados e o fato de não ter caráter fiscalizatório (não gerar autuações). Por outro lado, a “fiscalização do abastecimento” é um instrumento de coerção (poder de polícia) utilizado em focos específicos de não conformidade. Neste caso, o agente de fiscalização, ao constatar o não atendimento às regulamentações da ANP, tem o dever funcional de lavrar um auto de infração, discriminando todas as irregularidades verificadas.

Apesar da constante vigilância e das pesadas multas que os postos surpreendidos comercializando combustíveis irregulares estão sujeitos, a prática da venda de combustíveis fora dos padrões ainda é recorrente. Segundo o Anuário Estatístico Brasileiro do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis – 2019, das 96.572 amostras de combustível coletadas pelo programa de monitoramento em 2018, 3% delas se encontravam fora dos parâmetros. Já em relação às ações de fiscalização do abastecimento, das 18.684 fiscalizações executadas em 2018, em cerca de 25% delas foram verificadas irregularidades, sendo “comercializar ou

armazenar produtos não conformes com a especificação” uma das principais motivações de autos de infração.

Esse cenário incômodo de irregularidades, associado ao expressivo montante de recursos públicos empregados pela ANP no controle de fraudes, fez com que o Tribunal de Contas da União (TCU), já em 2014, realizasse uma auditoria operacional na Agência para verificar as estratégias utilizadas para controlar a qualidade dos combustíveis automotivos, analisando se os procedimentos empregados à época eram suficientes para garantir o atendimento dos padrões de qualidade. Os auditores verificaram, por meio da análise de séries históricas, que as ações desenvolvidas pela ANP contribuíram para o declínio dos índices de não conformidade nas décadas de 2000 e 2010. Contudo, concluem que, devido à ausência de ferramentas adequadas, não seria possível mensurar se essa queda tem como origem as ações de fiscalização, que se tornaram mais eficientes ao utilizar informações do programa de monitoramento, ou se a redução da não conformidade deriva-se das próprias ações de monitoramento da qualidade, por alterarem os parâmetros de expectativa de controle assimilados pelos agentes econômicos.

Essa dissertação propõe, portanto, aperfeiçoar a análise iniciada pelo TCU, por meio do uso de métodos econométricos adequados para a avaliação de políticas públicas com características de experimento aleatório, bem como por meio de técnicas que contornam os problemas da endogeneidade. A ideia central é verificar se as atividades de monitoramento e de fiscalização impactam na tomada de decisão dos agentes quanto à comercialização de combustíveis fora da especificação. Em específico, busca-se determinar se as ações de monitoramento da qualidade são capazes de aumentar, por si só, a probabilidade de um posto comercializar combustíveis conformes. Ainda, se o PMQC é efetivamente utilizado como vetor de inteligência na definição dos postos com indícios de irregularidade. E, por fim, se as ações de fiscalização do abastecimento impactam positivamente na qualidade dos combustíveis automotivos.

O modelo empírico proposto é fundamentado, sobretudo, na mais recente literatura relacionada à teoria econômica do crime, que tem como fundador e principal expoente Gary S. Becker, que em seu artigo seminal apresenta um modelo formal assumindo a ação criminosa como decorrente unicamente de um processo racional de maximização de utilidade esperada. Sob essa ótica, a realização de atividades de monitoramento e de fiscalização aumentaria a percepção de controle por parte dos postos revendedores e, por consequência,

reduziria a utilidade esperada com a venda de produtos adulterados, promovendo a melhoria da qualidade dos combustíveis.

Os resultados do estudo revelam que tanto o Programa de Monitoramento da Qualidade dos Combustíveis quanto as ações de fiscalização do abastecimento são eficazes em reduzir a probabilidade de os postos de combustíveis automotivos comercializarem produtos fora das especificações. Verificou-se, também, que o programa de monitoramento tem um papel essencial na definição dos alvos da fiscalização, o que permite um controle efetivo dos locais foco de irregularidades. Constatou-se, ainda, que a qualidade dos combustíveis está relacionada não apenas com as características individuais de cada estabelecimento, mas também com os índices de qualidade encontrados em cada município. A pesquisa revelou, inclusive, que mercados que possuem alta margem de lucro e baixo coeficiente de variação de preços têm maior probabilidade de venda de combustíveis que atendam às exigências técnicas e ambientais. Por fim, a variável instrumental utilizada se mostra forte nos testes de robustez e a aleatoriedade da amostra testada é comprovada.

O restante da dissertação segue a configuração indicada a seguir. No segundo capítulo, são apresentados os principais trabalhos empíricos que utilizam a Teoria Econômica do Crime como modelo teórico. Além disso, é feita uma breve discussão sobre as mais recentes tendências no campo da Teoria da Regulamentação. No terceiro capítulo é apresentado um panorama do mercado brasileiro de combustíveis, especificando o papel da ANP no controle da qualidade dos combustíveis. O capítulo seguinte é reservado para a discussão do modelo teórico, promovendo a ampliação o modelo original de Gary Becker. No quinto capítulo, a base de dados e as variáveis utilizadas são explicadas, bem como é formulado o modelo empírico do estudo. No capítulo 6 são demonstrados os resultados dos testes econométricos, em especial o efeito causal do monitoramento e da fiscalização sobre a qualidade dos combustíveis. No capítulo seguinte, são apresentados os testes de robustez. Finalmente, no capítulo 8, levantam-se as conclusões do trabalho.

2 REVISÃO DA LITERATURA

A relação entre crime e economia foi um assunto praticamente negligenciado pelos economistas até a publicação do artigo seminal de Becker (1968), que buscou responder normativamente qual deveria ser o montante de recursos e de punição empregados pelo Estado para minimizar a perda social em decorrência de atos criminosos. Segundo sua formulação, os infratores em potencial respondem tanto à probabilidade de serem detectados quanto à severidade da punição quando condenados. Desta forma, a aplicação da lei pode ser ampliada por meio do aumento das penas, da probabilidade de condenação ou mesmo da frequência do monitoramento.

O modelo original de Becker, ao longo dos anos, foi expandido para diversas áreas de conhecimento, levando em conta as complexidades de cada temática. Uma das áreas mais influenciadas pela teoria econômica do crime foi a de estudos empíricos sobre adequação a normas ambientais. De início, devido à ausência de extensivas bases de dados sobre monitoramento e fiscalização de assuntos ambientais, as pesquisas desenvolvidas nessa temática ficaram restritas a questões como derramamentos de óleo e poluição causada pela indústria de celulose e papel.

Epple e Visscher (1984) são reconhecidos como os pioneiros nesse campo de estudo ao examinarem a eficácia do monitoramento e fiscalização ambiental da Guarda Costeira dos Estados Unidos da América (EUA) em operações de transferências de óleo entre navios. A conclusão do estudo foi que o aumento da atividade de monitoramento resultou em menor volume de derramamento de óleo, estimando que um aumento de 10% nas horas de monitoramento da Guarda Costeira geraria uma redução de 3,1% no volume de derramamento de óleo.

De forma semelhante, Magat e Viscusi (1990) examinaram a poluição industrial gerada por fábricas de celulose e o status de conformidade das instalações inspecionadas. Utilizando variáveis defasadas, os pesquisadores descobriram que cada inspeção acarretava uma redução de 20% nos níveis de demanda bioquímica por oxigênio e de 50% na taxa de não conformidade das instalações e, ainda, em um aumento no número de instalações que relatavam a poluição lançada no meio ambiente conforme a legislação aplicável.

Publicações recentes demonstram que os estudos empíricos sobre adequação a normas ambientais, fundamentados na teoria do crime, ainda é um campo em expansão. Stafford (2012), por exemplo, fornece o primeiro diagnóstico empírico do efeito das inspeções federais

sobre o aumento do desempenho ambiental e da segurança dos operadores de dutos de gás natural e de líquidos perigosos nos EUA. Utilizando variáveis explicativas defasadas, bem como incluindo a variável dependente defasada como variável explanatória, a autora demonstra que o aumento das inspeções federais não foi eficaz em melhorar o desempenho ambiental dos operadores de dutos de gás natural.

Assunção, Gandour e Rocha (2013) abordam uma dimensão diferente de monitoramento ambiental e aplicação da lei, focando seu impacto sobre o desmatamento da Amazônia. Utilizando a base de dados de um satélite de detecção em tempo real de desmatamento (DETER), os autores estimam, por meio de variável instrumental, o efeito da coerção estatal sobre o desmatamento. Os resultados mostraram que o monitoramento e a aplicação da lei desempenham papel crucial no controle do desmatamento da Amazônia e, conseqüentemente, das emissões de gases do efeito estufa.

Sullivan e Kafle (2017), por sua vez, analisam a relação entre fiscalização de tanques de armazenamento subterrâneo de combustíveis e a taxa de conformidade dessas instalações. O estudo constata que as inspeções melhoram a taxa de conformidade das instalações, contudo, o efeito é heterogêneo com base no status de conformidade da instalação na última inspeção, isto é, o impacto das inspeções é maior naquelas instalações que já estavam em conformidade na última inspeção do que naquelas que estavam não conforme.

Nos últimos anos, contudo, organismos internacionais passaram a alertar que a poluição do ar, causada sobretudo pela queima de combustíveis fósseis, estaria prestes a se tornar uma das principais causas ambientais de mortalidade. Nesse contexto, vários países tornaram mais restritivas suas legislações quanto às especificações dos combustíveis, o que impulsionou a realização de vários estudos que se empenharam em mensurar a relação causal entre mudanças no conteúdo dos combustíveis e questões como a melhoria na qualidade do ar, a queda na mortalidade infantil ou, mesmo, a redução da concorrência na indústria de combustíveis.

Brown *et al.* (2006), por exemplo, examina se as políticas ambientais que visam melhorar a qualidade ambiental por meio da reformulação da gasolina tiveram a consequência não intencional de reestruturar a concorrência nesta indústria. Nos termos da regulamentação estudada, a gasolina comercializada em selecionadas regiões deveria atender a requisitos de formulação específicos, provocando a segmentação geográfica dos mercados de gasolina. A análise, realizada com uso do método de diferenças-em-diferenças, confirmou que o preço da gasolina nas áreas reguladas aumentou significativamente em relação aos mercados não

regulamentados, como consequência da diminuição da arbitragem entre mercados geográficos e da diminuição do número de fornecedores dentro de cada mercado.

No mesmo sentido, Muehlegger (2006) estudou o efeito da diferenciação regulatória da gasolina decorrente da introdução, no nível estadual, de regulamentações mais restritivas em relação ao conteúdo da gasolina quando comparada à legislação federal dos EUA. Usando um modelo estrutural para isolar o efeito da regulação sobre o preço da gasolina durante choques de oferta nas refinarias dos estados da Califórnia, Illinois e Wisconsin, o autor descobre que as regulamentações mais restritivas aumentaram os custos do refino. Esse aumento, contudo, dependia do grau de heterogeneidade das regulamentações, sendo que mercados relativamente isolados geograficamente, ou seja, para os quais os custos de transporte ou viagens eram mais altos, os efeitos da diferenciação regulatória foram maiores.

Auffhammer e Kellogg (2011), por sua vez, avaliaram o efeito das regulamentações que restringiram a composição química da gasolina sobre a redução das emissões de compostos orgânicos voláteis (COVs) na atmosfera nos EUA. Utilizando um painel de dados com a concentração de ozônio no país, os pesquisadores verificaram que as regulamentações que limitaram apenas o total evaporado de COVs não tiveram resultados estatisticamente significantes em relação aos padrões de concentração de ozônio. Por outro lado, regulamentações que colocaram limites mais estritos na especificação da gasolina, vetando os COVs que eram mais importantes na formação de ozônio, reduziram o nível de poluição em determinadas áreas, concluindo que os benefícios gerados pela melhora da qualidade do ar suplantaram os custos da regulamentação.

Li, Lu e Wang (2016), conscientes de que estudos ambientais elaborados em países desenvolvidos podiam não refletir a realidade dos países em desenvolvimento, estudaram a relação entre os padrões de combustível e os níveis de poluição do ar na China, o maior país em desenvolvimento e com a maior frota mundial de carros. Explorando variações geográficas e temporais, com uso dos métodos de diferenças-em-diferenças e de regressão descontinuada, os pesquisadores identificaram que a adoção de padrões de combustível mais rigorosos melhorou significativamente a qualidade do ar, comprovando a importância da adoção de melhores padrões para mitigar os efeitos ambientais adversos causados pelos veículos. Adicionalmente, constatou-se um efeito diferencial da topografia na qualidade do ar, de forma que os novos padrões de combustíveis se mostraram mais efetivos em cidades com topografia mais plana.

Marcus (2017), por seu turno, explorou a variação espacial das crianças expostas a rodovias, com base na localização das residências, para estimar o efeito da regulação da gasolina sobre a poluição e a saúde infantil, utilizando a metodologia de diferenças-em-diferenças. O autor demonstra que, após a introdução da gasolina de queima limpa, a poluição foi reduzida nas áreas próximas a rodovias. Além disso, a restrição na composição da gasolina foi efetiva em reduzir a hospitalização de crianças por asma nas proximidades de rodovias. Assim, dado que famílias de baixa renda são mais propensas a viverem em áreas próximas a estradas, o estudo comprova que a adoção de combustíveis de melhor qualidade pode reduzir as disparidades entre ricos e pobres em termo de qualidade de vida.

Os estudos acima confirmam que legislações mais restritivas quanto às especificações dos combustíveis automotivos têm se mostrado bem-sucedidas em reduzir a emissão de poluentes atrelados à queima de combustíveis, melhorando a qualidade do ar e protegendo a saúde humana. Contudo, a efetiva implementação dos regulamentos técnicos, principalmente nos países em desenvolvimento, depende do esforço dos órgãos responsáveis pelo controle do mercado de combustíveis. Essa dissertação, então, fecha a lacuna entre a elaboração de regulamentos sobre especificação e a melhoria nos parâmetros ambientais e de saúde, ao verificar se os esforços empreendidos para assegurar a qualidade dos combustíveis têm se mostrado efetivos no caso brasileiro.

De forma geral, os estudos empíricos baseados no modelo de Becker apresentam a punição regulatória por violações como o fator determinante na melhoria da qualidade ambiental. Para mais, economistas e formuladores de políticas geralmente acreditam que regulamentações eficazes de poluição exigem inspeções e sanções recorrentes. Todavia, nos últimos anos, diante dos elevados custos dos métodos tradicionais de regulamentação, a comunidade política passou a clamar por instrumentos mais efetivos em termos de redução do dano social (GRAY; SHIMSHACK, 2011).

Nesse contexto, teorias retiradas da economia comportamental ou, mesmo, de disciplinas não econômicas ganharam relevância, a exemplo de regulação responsiva de Ayres e Braithwaite (1992). Esses novos modelos incentivam a prática de diálogo entre Estado e agente regulado, como forma de alcançar a persuasão dos atores envolvidos no processo regulatório, combinando ações que não objetivam impor penas, como a assistência ou auditorias por meio de terceiros, com inspeções de conformidade e penalidades (OECD, 1994).

Infelizmente, existem poucos estudos empíricos que explicitamente tentam determinar até que ponto inspeções que não geram punições imediatas podem conduzir à conformidade

com a legislação. Dentre esses estudos, cabe destaque a Stafford (2006) que examina a conformidade com regulamentos de resíduos perigosos usando uma ampla variedade de variáveis explicativas para medir o nível de complexidade e os custos associados à conformidade das instalações. Os resultados mostram que alguns programas de assistência de conformidade em nível estadual parecem ter um efeito positivo no cumprimento das regulamentações de resíduos perigosos, de forma que ignorar o papel desempenhado pelos programas de assistência de conformidade seria problemático.

Por outro lado, Gray e Mendeloff (2005) examinam os impactos das inspeções realizadas pelo órgão regulador da saúde ocupacional dos EUA (*Occupational Safety and Health Administration - OSHA*) sobre o número de ferimentos em fábricas. Os autores verificam que inspeções que não impõem penalidades parecem ter pouco ou nenhum efeito dissuasor. A explicação é que uma inspeção sem penalidade sinaliza aos gestores que o trabalho de prevenção realizado já é suficiente, resultando no agravamento do desempenho das lesões nos anos seguintes à inspeção sem penalidade.

Essa pesquisa, por fim, contribui com a moderna literatura sobre métodos alternativos de regulação, ao analisar empiricamente dois programas de controle que apresentam naturezas distintas. De um lado, a fiscalização do abastecimento, com características atreladas ao modelo de “comando e controle”. Por outro, o monitoramento da qualidade, em que são realizadas inspeções que não geram punições imediatas, mas podem conduzir à conformidade com a legislação

3 O MERCADO BRASILEIRO DE COMBUSTÍVEIS

A estrutura do mercado de combustíveis no Brasil, historicamente caracterizada pela excessiva intervenção governamental, sofreu alterações profundas em sua dinâmica de funcionamento a partir da década de 1990. Tais mudanças iniciam-se com o Programa Federal de Desregulamentação, instituído pelo governo Collor, que ambicionava fortalecer a iniciativa privada, reduzir a interferência do Estado na economia e na vida dos cidadãos, aumentar a eficiência e reduzir o custo dos serviços prestados pela máquina pública e elevar a satisfação dos usuários de serviços públicos (PINTO; SILVA, 2004).

A primeira ação concreta para a desregulamentação ocorreu ainda em 1990, com a suspensão da obrigatoriedade de autorização prévia para a instalação de postos de combustível. Já a abertura do mercado, propriamente dita, se deu a partir de 1991, com progressiva eliminação de subsídios ao frete e com as primeiras liberações dos preços de produtos derivados de petróleo. Nos anos seguintes, novas medidas de modernização foram tomadas, com destaque para a ampliação da liberação dos preços da gasolina e do etanol hidratado a partir das refinarias e a eliminação do controle do Governo Federal sobre as margens de distribuição e revenda, em 1996. Em 1997, outra profunda alteração no mercado foi a permissão para que os postos comercializassem combustível de qualquer distribuidora, criando, assim, os postos “bandeira branca” (ANP, 2015).

Paralelamente, a Emenda Constitucional nº 6, de 15 de agosto de 1995, foi aprovada, alterando a redação do artigo 177 da Constituição Federal, de forma a autorizar à União contratar empresas estatais ou privadas para a exploração de jazidas de petróleo ou gás natural. Essa mudança permitiu a reestruturação do setor de petróleo e gás, tendo como marco maior a aprovação da Lei nº 9.478, de 6 de agosto de 1997, conhecida como “Lei do Petróleo”, que dispõe sobre a política energética nacional e as atividades relativas ao monopólio do petróleo, e instituiu o Conselho Nacional de Política Energética e a Agência Nacional do Petróleo (ASSUNÇÃO, 2005).

A desregulamentação completa do mercado de combustível ocorreu apenas em 2002, com a permissão para que outras companhias além da Petrobras produzissem e comercializassem combustíveis, bem como realizassem as atividades de importação e de exportação dos derivados de petróleo. Com as novas mudanças, verificou-se um expressivo aumento do número de agentes econômicos autorizados a atuar nesse mercado no Brasil. Atualmente, conforme dados da ANP, o abastecimento nacional de combustíveis

(*downstream*) é composto por 133.425 agentes econômicos autorizados, sendo a atividade de revenda varejista de combustíveis automotivos uma das mais relevantes, com 40.662 postos em operação.

Entretanto, se por um lado as alterações na estrutura do mercado de combustíveis aumentaram o dinamismo do setor, introduzindo a concorrência entre empresas de um mesmo setor, por outro, esse novo cenário não se traduziu em ganhos para o consumidor em termos de preço e qualidade. Pelo contrário, verificou-se a deterioração da qualidade dos combustíveis, principalmente, em decorrência da adulteração da gasolina pela adição de correntes importadas de solvente, impulsionada pela ampliação das permissões de importação. Conclui-se, assim, que o processo de abertura do mercado brasileiro de combustíveis não foi acompanhado da elaboração de medidas consistentes de controle de fraudes, uma vez que a estrutura de fiscalização inicialmente herdada pela ANP não se mostrou suficiente para fazer frente a suas atribuições (ANP, 2015).

3.1 O Programa de Monitoramento da Qualidade dos Combustíveis

O Programa de Monitoramento da Qualidade dos Combustíveis (PMQC) foi instituído em 1998 pela ANP, com o propósito de atender ao disposto no artigo 8º da Lei do Petróleo, em particular os incisos que tratam da garantia de qualidade e do suprimento de combustíveis ao mercado nacional. Coordenado pela Superintendência de Biocombustíveis e de Qualidade de Produtos (SBQ), o PMQC foi regulamentado pela Resolução ANP nº 29, de 26 de setembro de 2006, e atualmente é regido pela Resolução ANP nº 8, de 9 de março de 2011.

Originalmente concebido em uma época em que havia muitos casos de adulteração, a primeira unidade da federação a ser atendida foi o estado de Santa Catarina, com a contratação do Instituto de Pesquisa Tecnológica de Blumenau (IPTB) e da Fundação Universidade Regional de Blumenau (FURB). Ao longo dos anos, cresceu em abrangência territorial, escopo de produtos monitorados e quantidade de análises realizadas, cobrindo, a partir de 2005, a totalidade do território nacional, de forma que, atualmente, é um dos maiores programas de monitoramento da qualidade dos combustíveis em funcionamento no mundo (BELISÁRIO, 2014).

O monitoramento é um mecanismo destinado, primordialmente, ao levantamento de indicadores gerais da qualidade dos combustíveis comercializados no país e à identificação de focos de não conformidade. Contudo, além dos importantes dados de qualidade, o PMQC viabiliza uma estrutura de laboratórios de análise que apoia as ações de fiscalização do

abastecimento, aumentando, assim, a efetividade dessas ações. Além disso, a excelência técnica com a qual o programa de monitoramento é conduzido favorece a disseminação da cultura de avaliação da qualidade de produtos no Brasil, bem como estimula a formação de capital humano especializado na área de petróleo, gás natural e biocombustíveis, de maneira especial em instituições de ensino e pesquisa públicas (LIMA, 2012).

O Boletim de Monitoramento da Qualidade dos Combustíveis, publicado mensalmente no endereço eletrônico da ANP, apresenta os indicadores gerais da qualidade em forma de índices agregados e segmentados por tipo de combustível (etanol hidratado, diesel e gasolina). Além dos resultados consolidados por regiões e por unidades federativas, a sociedade pode acompanhar os resultados das amostras por bandeira do posto, o que permite a comparação dos indicadores verificados para os postos “bandeira branca” e para aqueles que ostentam a marca do distribuidor ao qual se vinculam comercialmente, isto é, “postos bandeirados”.

O programa de monitoramento tem como eixo central a coleta das amostras de combustíveis, notadamente, em postos revendedores, dados o quantitativo expressivo de estabelecimentos e a proximidade com o consumidor final. O plano de coleta é realizado por meio de amostragem estratificada simples, a partir do estabelecimento de subpopulações (subárea) de postos em cada estado. Em cada subárea, os agentes econômicos são sorteados (sem reposição) para serem visitados ao longo do mês, sendo que, obrigatoriamente, todas as subáreas devem ser verificadas a cada mês. Uma vez definidos os agentes econômicos que serão monitorados, a coleta prossegue até atingir o quantitativo contratado no mês. As amostras coletadas, então, são encaminhadas para os laboratórios e, com base nas resoluções de Agência, são classificadas em conforme ou fora das especificações (LIMA, 2012).

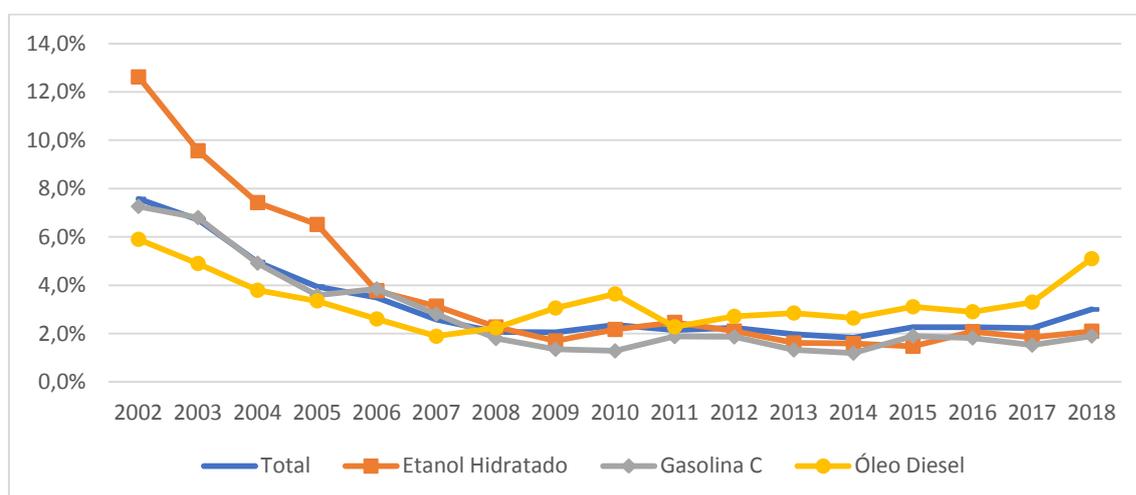
Faz-se importante, nesse ponto, salientar que “não conformidade” e “adulteração” não são sinônimos. A constatação de uma “não conformidade” garante meramente que o combustível analisado não se encontra aderente às normas da ANP que especificam suas características técnicas, podendo ter ocorrido, por exemplo, conservação inadequada do produto. Já a adulteração pressupõe o dolo por parte de um posto revendedor, que, deliberadamente, causou, permitiu ou concorreu para a ocorrência da não conformidade, tendo como intuito a obtenção de vantagens econômicas.

Além disso, o PMQC não tem caráter de fiscalização. Assim, os agentes econômicos cujas amostras forem consideradas não conformes não podem sofrer punições. Contudo, mesmo com tal limitação, é possível conceber que o programa fomenta a percepção de que o

Estado está presente de forma ostensiva em todo o mercado de combustíveis, permitindo desenvolver uma cultura da qualidade dos combustíveis entre os diversos atores envolvidos.

O gráfico a seguir mostra a evolução dos índices de não conformidade para gasolina, óleo diesel e etanol, para o período de 2002 a 2018¹. Por meio dele, é possível verificar que, desde os primeiros anos do PMQC até mais recentemente, houve queda expressiva dos índices de não conformidade para os três combustíveis. Essa redução se mostra muito significativa, visto que, em 2018, o índice de não conformidade da gasolina foi de apenas 1,9%, enquanto, no início do programa, em 1998, a não conformidade da gasolina alcançava 20% das amostras, dependendo da região do Brasil.

GRÁFICO 1 - Histórico dos índices de não conformidade no Brasil - Gasolina, Óleo Diesel e Etanol Hidratado, 2002 a 2018



Fonte: Superintendência de Biocombustíveis e de Qualidade de Produtos/ANP, elaboração própria.

3.2 As ações de fiscalização do abastecimento

Os primeiros anos da ANP no setor de abastecimento foram marcados pela reorganização do setor. A flexibilização das condições de entrada atraiu novos agentes econômicos, mas também criou distorções no mercado, como a adulteração de combustíveis, a sonegação fiscal e outras irregularidades ligadas à segurança dos estabelecimentos. O grande desafio, então, foi a estruturação de uma área que conduzisse a fiscalização de forma sistêmica, reduzindo a sensação de impunidade entre os agentes do mercado (ANP, 2015).

Desse esforço nasceu a Superintendência de Fiscalização do Abastecimento, que conforme o Regimento Interno da ANP, publicado por meio da Portaria nº 69, de 6 de abril de

¹ A Tabela A2, no Anexo A, apresenta o número de amostras coletadas e de amostras não conformes, por combustível, segundo especificações da ANP, no período de 2002 a 2018.

2011, tem a função de planejar, programar e executar as ações de fiscalização dos agentes que compõem o abastecimento nacional de combustíveis. Todavia, em um país tão extenso e heterogêneo como o Brasil, a identificação das fontes das irregularidades dos combustíveis requer um processo de planejamento de fiscalizações, pautado pelo rastreamento, investigação, cruzamento e análise das informações disponíveis, chamadas de vetores de inteligência.

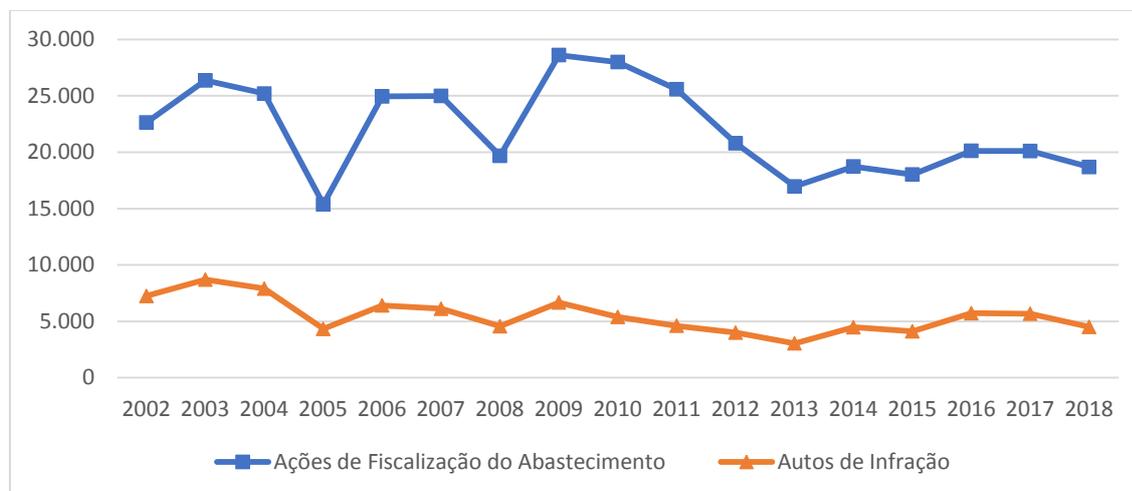
O principal vetor utilizado são as informações produzidas no âmbito do Programa de Monitoramento da Qualidade dos Combustíveis. A análise do resultado das coletas permite diagnosticar os focos de não conformidade, possibilitando direcionar as operações para as localidades que concentram os principais problemas. Outro importante vetor são as denúncias recebidas por meio do Centro de Relações com o Consumidor (CRC). Todas as denúncias são analisadas, classificadas segundo critérios estabelecidos e, em seguida, encaminhadas para os Núcleos Regionais de Fiscalização do Abastecimento (NRF), responsáveis pelo seu efetivo atendimento (ANP, 2015).

Além desses vetores, a ANP também obtém informações por meio de seus convênios e acordos de cooperação técnica com órgãos estaduais e municipais. O objetivo primordial dessas parcerias é permitir que agentes econômicos que estão em áreas de difícil acesso recebam ações de fiscalização com maior frequência. Dessa forma, a política de convênios permite à Agência implantar postos avançados de fiscalização para além dos seus núcleos regionais, localizados nas cidades de Belo Horizonte, Brasília, Manaus, Porto Alegre, Rio de Janeiro, Salvador e São Paulo.

O gráfico a seguir mostra a evolução no tempo do número de ações de fiscalização do abastecimento e de autos de infração lavrados. No período entre 2002 a 2018, a Agência realizou uma média de 22 mil ações anuais². Percebe-se, desta forma, o incessante trabalho da fiscalização para garantir a manutenção da qualidade dos combustíveis dentro de padrões internacionais e estimular a concorrência em um ambiente com condições justas de competição.

² A Tabela A1, no Anexo A, apresenta o número de ações de fiscalização do abastecimento realizados e de autos de infração lavrados pela ANP, no período de 2002 a 2018.

GRÁFICO 2 - Histórico de ações de fiscalização do abastecimento no Brasil e de autos de infração lavrados, 2002 a 2018



Fonte: Superintendência de Fiscalização do Abastecimento/ANP, elaboração própria.

3.3 A auditoria operacional do Tribunal de Contas da União

Buscando incrementar a qualidade da prestação dos serviços públicos regulados, o Tribunal de Contas da União realizou em 2014 uma auditoria operacional³ na Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis para conhecer e avaliar a forma como a Agência realiza o controle da qualidade de combustíveis líquidos automotivos (gasolina tipo C, etanol hidratado combustível e óleo diesel com adição de biodiesel) em todo o território nacional.

A metodologia de avaliação foi baseada na análise de documentos normativos, de manuais de procedimentos e de relatórios de atividades, entrevistas com representantes de Superintendências, visitas a instituições com relacionamento com a ANP, a exemplo do Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (Inmetro) e do Sindicato Nacional das Empresas Distribuidoras de Combustíveis e de Lubrificantes (Sindicom)⁴, bem como o acompanhamento de ações de fiscalização.

Apesar de a auditoria ter ambicionado a análise de todo o sistema de abastecimento, o que inclui a distribuição e a revenda de combustíveis, o foco principal da inspeção foi dedicado a ponta da cadeia da indústria do petróleo, notadamente os postos de combustível. Assim, duas políticas de controle foram exaustivamente pesquisadas: o Programa de

³ Auditoria Operacional TC-011.594/2014-4.

⁴ Associação Nacional das Distribuidoras de Combustíveis, Lubrificantes, Logística e Conveniência (PLURAL), a partir de 19/03/2018.

Monitoramento da Qualidade dos Combustíveis e as ações de fiscalização executadas no âmbito da Superintendência de Fiscalização do Abastecimento.

O primeiro achado da auditoria foi que o programa de monitoramento é eficiente no fornecimento de dados para a avaliação dos combustíveis, contudo, há a possibilidade de o índice amostral não refletir o índice populacional. Isso ocorre devido à desconfiança nos procedimentos de coleta amostral e testes laboratoriais. Para mais, a reestruturação do programa em 2009 reduziu o nível de confiança da amostra, objetivando reduzir o número de amostras coletadas e, conseqüentemente, o custo, principalmente nas regiões com grande número de estabelecimentos.

Outra revelação foi que a fiscalização dos postos enfrenta limitações estruturais, mas poderia ser mais eficaz, caso fizesse melhor uso das informações disponíveis na própria Agência. Além disso, segundo os auditores, é marcante o fato de o planejamento das ações de fiscalização carecer de ferramentas de análise que possam direcionar as ações. Adiciona-se, ainda, o fato de as ações de fiscalização ocorrerem apenas de segunda a sexta-feira, o que permite uma brecha, sem riscos, para a atuação de agentes inidôneos durante os finais de semana.

Por fim, a terceira manifestação da auditoria motivou vigorosamente a realização do presente estudo. Mediante a análise da séria histórica do índice de conformidade do PMQC, os auditores verificam que houve declínio das taxas de não conformidade dos combustíveis nas últimas duas décadas. Entretanto, por não disporem de instrumental econométrico adequado, eles afirmam não ser possível mensurar em que medida a redução da não conformidade decorre das ações de fiscalização, otimizadas pela disponibilização de informações geradas pelo PMQC, ou se a diminuição da não conformidade decorre do próprio monitoramento da qualidade, ao majorar a expectativa de controle por parte dos agentes econômicos. Assim, cientes da impossibilidade de obter essas medidas com precisão, a auditoria opta por concluir que a associação do programa de monitoramento às atividades de fiscalização foi o verdadeiro indutor da redução das não conformidades ao longo dos anos.

4 O MODELO TEÓRICO

Nesta seção, apresento uma extensão do modelo proposto por Gary S. Becker (BECKER, 1968) para viabilizar a análise do efeito das políticas de monitoramento da qualidade e de fiscalização do abastecimento sobre a probabilidade de uma revenda varejista de combustíveis automotivos comercializar produtos fora das especificações. Em seu modelo, Becker incorpora as relações comportamentais envolvidas nos custos do crime, segmentando-as em cinco categorias: o número de crimes (ofensas) e os custos relacionados a eles; o número de ofensas e a probabilidade de punição; o número de apreensões e o custo policial; o número de condenações e o custo do aprisionamentos; e, por fim, o gasto privado com segurança. Destas cinco categorias, o aprofundamento do entendimento da relação entre o número atos ilícitos e a probabilidade de sua detecção faz-se de grande importância.

Independentemente da teoria utilizada para analisar a ocorrência de crimes, um ponto é de concordância plena: mantidas todas as variáveis constantes, um aumento na probabilidade de um indivíduo ser penalizado por suas ações reduz o número de crimes (ofensas) a serem cometidos por esse indivíduo. Conclui-se, por conseguinte, que uma pessoa se engaja em uma atividade ilegal se a utilidade esperada excede a utilidade que ela poderia obter ao utilizar seu tempo e outros recursos em outra atividade. Assim, pessoas se tornam “criminosas” não porque seus instintos básicos diferem das demais pessoas, mas pelo fato de suas estruturas de custos e benefícios serem diferentes (BECKER, 1968).

Essa abordagem implica que existe uma função que relaciona o número de ofensas com a probabilidade de ser responsabilizado por um ato ilegal, o custo da punição e outras variáveis, por exemplo, o custo moral diante da sociedade ou a renda que deixará de auferir, caso aprisionado. Essa relação pode ser detalhada da seguinte forma:

$$O_i = O_i(p_i, q_i, u_i) \quad (4.1)$$

em que O_i é o número de ofensas possíveis de serem cometidas em determinado espaço de tempo, p_i é a probabilidade de o indivíduo responder pela ação delituosa que cometeu, q_i é a pena decorrente da condenação para cada ilícito e u_i é uma variável que aglutina os demais custos impostos ao indivíduo em decorrência da condenação. O número total de criminosos será a soma total de todos os O_i , a depender da configuração das variáveis p_i , q_i e u_i .

Além disso, um aumento em p_i ou em q_i atua de forma a reduzir a utilidade esperada de um ato ilícito e, então, tende a reduzir o número de crimes, visto que os indivíduos passarão a ter a noção de que o crime não compensa. Em outras palavras, a utilidade marginal da renda é positiva, de forma que tanto um aumento na probabilidade de punição (p_i) quanto na penalidade (q_i) produzem um efeito negativo na probabilidade de violação. Colocado de forma algébrica,

$$\begin{aligned} O_{p_i} &= \frac{\partial O_i}{\partial p_i} < 0 \\ O_{q_i} &= \frac{\partial O_i}{\partial q_i} < 0 \end{aligned} \tag{4.2}$$

No mercado de venda de combustíveis automotivos no Brasil faz-se presente dois atores: de um lado, o agente (revendedores de combustível), que tem como objetivo maximizar seu lucro, inclusive por meio da comercialização de combustíveis fora da especificação; por outro lado; a Agência Nacional do Petróleo (principal), que tem por objetivo minimizar o dano social, que compreende o custo social (custo das atividades de monitoramento e fiscalização, prejuízos com trocas de peças danificadas etc.) menos os ganhos advindos de atividades ilícitas.

Aplicando o modelo de Becker ao caso em análise, temos que a função de maximização de lucros da revenda varejista indica que ela apenas se engajará em uma atividade ilícita quando verificar que os ganhos obtidos dessa forma são superiores à expectativa de perdas:

$$\begin{aligned} E[U_i] &= p_i[U_i(Y_i - q_i)] + (1 - p_i)[U_i(Y_i)] > 0 \\ p_i &= p_i[f_i(m_i, v_i)] \end{aligned} \tag{4.3}$$

em que $U_i(\cdot)$ representa a função de utilidade de firma, Y_i representa os ganhos decorrentes da execução da ação ilícita, q_i são as penalidades aplicáveis caso seja verificado que um posto esteja comercializando combustíveis fora da especificação e p_i denota a probabilidade de um posto ser punido por estar infringindo as regulamentações impostas a essa atividade comercial. Adicionalmente, a probabilidade de ser punido (p_i) é uma função da probabilidade de um posto receber uma ação de fiscalização do abastecimento (f_i), que, por sua vez, é uma função do monitoramento da qualidade (m_i) e de outros vetores de inteligência (v_i).

Assim, tanto as ações de monitoramento qualidade quanto as de fiscalização do abastecimento atuam de forma a alterar o parâmetro p_i . A ideia por trás desta afirmação é que os postos de combustível, ao serem monitorados, elevam sua percepção de controle por parte do Estado, majorando a expectativa de serem fiscalizados em um período próximo de tempo. Assim, a percepção de que a ANP está presente de forma ostensiva em todo o mercado de combustíveis reduz o engajamento dos estabelecimentos na comercialização de combustíveis fora da especificação. Note também que, o aumento da atividade de monitoramento pode elevar a probabilidade de punição esperada por parte dos postos, mesmo sem um aumento concreto no número de fiscalizações. Isto reflete o fato de que, de certa forma, monitoramento e fiscalização atuam como atividades substitutas.

Desta forma, verifica-se que, apesar de o conceito de “o crime compensar” ser uma construção individual que diz respeito à atitude do infrator em relação ao risco envolvido na conduta ilícita, o governo, em última análise, desempenha um papel fundamental ao escolher, em um contexto de restrição orçamentária, as políticas públicas que promovam a maior alteração na probabilidade de responsabilização por um ato ilícito, influenciando, assim, a conta se “o crime compensa”.

5 DESCRIÇÃO DOS DADOS

A análise empírica desenvolvida nesse trabalho utiliza como principal insumo microdados fornecidos pelo Programa de Monitoramento da Qualidade dos Combustíveis. Além deles, são empregadas outras bases de dados produzidas ou gerenciadas pela Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis, como o banco de dados do Levantamento de Preços e de Margens de Comercialização de Combustíveis (LPMCC), as informações sobre fiscalizações contidas no Sistema Integrado de Gestão de Informação (SIGI), bem como o cadastro do Sistema de Informações de Movimentações de Produtos (SIMP). Adicionalmente, foram utilizados dados populacionais municipais disponibilizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). A seguir é detalhado o método de construção das variáveis.

5.1 Dados de monitoramento do PMQC

Durante uma ação de coleta de combustível realizada pelo programa de monitoramento, uma amostra de cada tipo de combustível comercializado pelo posto revendedor é retirada (etanol hidratado, diesel e gasolina). Em seguida, as amostras coletadas são encaminhadas para os laboratórios e, com base nas resoluções de ANP, são classificadas em “conforme” ou “não conforme” com as especificações. Assim, a base de dados do PMQC fornece informação sobre a conformidade de cada amostra coletada durante uma ação de monitoramento em determinado estabelecimento.

Devido a algumas discontinuidades verificadas nos sistemas de armazenamento dos dados do PMQC, esse estudo optou por utilizar as coletadas realizadas no período de janeiro de 2002 a dezembro de 2014, o que compreende 2.344.263 observações amostrais⁵. O primeiro recorte realizado nos dados visou garantir que todas as observações apresentassem no mínimo três informações básicas: a data da coleta do combustível, o resultado geral das análises e o número do Cadastro Nacional da Pessoa Jurídica (CNPJ) do estabelecimento. Utilizando esse filtro, o número de observações foi reduzido para 2.344.101 amostras.

Adicionalmente, como o interesse do estudo é entender o efeito das ações de controle sobre a conformidade dos combustíveis comercializados pelos postos revendedores, faz-se

⁵ Note que o número total de amostras na base de dados fornecida pela ANP diverge ligeiramente do número oficial de amostras coletadas no período de 2002 a 2014, disponível na Tabela A2, do Anexo A.

necessário alterar a unidade de análise das informações, passando de “amostras” para o “conjunto de amostras”. Assim, se todas as amostras (etanol, diesel e gasolina) coletadas em determinada data apresentam-se dentro da conformidade, a variável *conforme* recebe o valor 1. Caso contrário, isto é, quando ao menos uma das amostras coletadas for classificada como não conforme, a variável é apresentada como 0. Neste estágio, a base de dados passa, então, a ter 981.476 observações únicas de monitoramento.

Conforme anteriormente mencionado na descrição do programa de monitoramento, a seleção dos postos é realizada aleatoriamente com repetição mensal. Assim, um mesmo estabelecimento não deve ser fiscalizado mais de uma vez no mês. Contudo, em casos excepcionais, as instituições que executam o PMQC são autorizadas a realizar coletas em postos anteriormente fiscalizados no mês, por exemplo, para completar o número de monitoramentos contratados. Entre as 981.476 observações únicas de monitoramento, 761 delas foram realizadas em um estabelecimento anteriormente monitorado naquele mês, o que corresponde a 0,078% da amostra. Para esses casos, foi mantida apenas a primeira data de monitoramento no mês, restando 980.715 observações. A partir dessa correção final, *conforme* pode ser entendido como o status de conformidade de um posto em relação à qualidade dos combustíveis em determinado mês.

Por fim, foi verificado se todos os estabelecimentos monitorados pelo programa de monitoramento constavam no cadastro do Sistema de Informações de Movimentações de Produtos (SIMP) como agentes econômicos autorizados a comercializar combustível automotivo. Segundo a base analisada do PMQC, 54.958 estabelecimentos diferentes foram monitorados entre 2002 a 2014, contudo, apenas 45.399 deles tinham informações completas e autorização para atuar como revendedor varejista de combustível no SIMP. Dessa forma, optou-se por manter na pesquisa apenas os dados de postos autorizados, conduzindo a variável *conforme* a 905.395 observações, conforme apresentado na Tabela B1, no Anexo B. Ainda mais, o valor médio da variável dependente binária é 0,6289575, o que informa que 63% dos postos monitorados no período em análise estavam com todas as amostras coletadas dentro das especificações técnicas.

Foi criada também a variável *subárea*, que identifica o lócus de aleatorização em que é realizada a seleção dos estabelecimentos pelo PMQC. Em outras palavras, todos os postos que estão dentro de uma mesma subárea têm a mesma probabilidade de serem selecionados para a ação de monitoramento. Finalmente, a variável *m_mais* informa se um determinado estabelecimento recebeu um monitoramento anteriormente à observação em análise. Essa informação se faz importante, pois as amostras passarão a ser contabilizadas nas regressões

apenas após o segundo monitoramento, tendo em vista a necessidade de estabelecer o tempo desde o último monitoramento.

5.2 Dados cadastrais e da fiscalização do abastecimento

A partir da informação da data de abertura e de encerramento do estabelecimento, disponível no Sistema de Informações de Movimentações de Produtos, foi elaborado um painel de dados mensal contendo todos os postos que estiveram em operação ao menos um mês no período de janeiro de 2002 a dezembro de 2014. Em seguida, foram definidas duas variáveis binárias: *operando* que informa se o estabelecimento estava em operação no mês analisado (1, caso em operação) e *fiscalizado* que indica se o posto de combustível recebeu ao menos uma ação de fiscalização do abastecimento por parte dos servidores da ANP ou de outra instituição conveniada no mês apurado.

Enquanto o próprio cadastro de estabelecimentos fornece o período de funcionamento do posto, permitindo a rápida criação da variável *operando*, a elaboração da variável *fiscalizado* demandou o cruzamento de informações com outro banco de dados gerenciado pela ANP, o Sistema Integrado de Gestão de Informação (SIGI). Nesse sistema, são informadas todas as ações de fiscalização executadas pela Superintendência de Fiscalização do Abastecimento, pelas demais superintendências que compõem a rede de fiscalização das empresas pertencentes ao setor *downstream* da cadeia de produção do petróleo ou por outros órgãos conveniados à Agência (órgãos de proteção ao consumidor, Ministérios Públicos, Secretarias de Fazenda etc).

Por meio do SIGI, é possível identificar o CNPJ do estabelecimento fiscalizado, a data em que a ação de fiscalização foi realizada, o número do documento de fiscalização (DF) lavrado e os desdobramentos da ação. Assim, se em determinado mês há um documento de fiscalização lavrado em nome de um posto revendedor, a variável *fiscalizado* será identificada como 1; caso contrário, 0, se não houve registro de DF naquele mês. Ainda, durante a ação e fiscalização, caso seja constatada alguma irregularidade nas atividades do agente econômico inspecionado, será lavrado um auto de infração. Desta forma, a variável *conforme (fiscalização)* apresentará o valor 1 nas situações em que o estabelecimento não recebeu nenhuma autuação. Já o valor 0 será atribuído para os casos em que alguma irregularidade for encontrada.

Novamente, em consonância com a utilização do painel de dados mensal para o período 2002 a 2014, apenas a primeira fiscalização de cada mês foi considerada. Assim, é possível observar na Tabela B1 que, no período de análise, foram realizadas 151.957 ações de fiscalização mensais nos 45.399 postos que compõem a base do estudo. Ainda mais, em 25% das fiscalizações o estabelecimento apresentou irregularidades passíveis de auto de infração, incluindo, dentre elas, a comercialização de combustível fora das especificações.

Outra informação viabilizada diretamente pelo cadastro dos agentes autorizados a exercer a atividade de revenda varejista de combustível automotivo é a capacidade instalada dos tanques de armazenagem. A variável *tancagem* fornece o quantitativo total (em metros cúbicos) de capacidade de armazenamento dos postos, isto é, a soma dos tanques de diesel, etanol e gasolina. Essa variável representa uma boa *proxy* para o tamanho do estabelecimento e de sua importância no mercado. Conforme apresentado na Tabela B1, a maior tancagem verificada no estudo foi de 210 mil metros cúbicos, sendo a média de 214 metros cúbicos. Verifica-se também que o cadastro apresenta postos com tancagem nula (0 metro cúbico), que decorre da falta de preenchimento desse campo durante o cadastro do estabelecimento.

Por fim, a variável *f_mais* informa se um determinado estabelecimento recebeu uma fiscalização do abastecimento anteriormente à fiscalização em análise, garantido assim que todos os postos analisados tenham tido uma fiscalização prévia.

5.3 Dados relacionados à concorrência

A ANP acompanha o comportamento dos preços praticados pelas distribuidoras e pelos postos revendedores de combustíveis, com a realização de uma pesquisa de preços semanal. Atualmente, o LPMCC abrange gasolina comum, etanol hidratado combustível (álcool etílico hidratado combustível - AEHC), óleo diesel não aditivado, óleo diesel S-10, gás natural veicular (GNV) e gás liquefeito de petróleo (GLP), pesquisados em 459 localidades, de acordo com procedimentos estabelecidos pela Portaria ANP nº 202, de 15/08/2000 (ANP, 2015).

A variável *margem de venda* foi construída, então, a partir da diferença entre o preço médio de compra de gasolina comum (FOB) e seu preço médio de venda, em determinado mês, para cada um dos estabelecimentos que tiveram seus preços coletados. Já a variável *coeficiente de variação dos preços* apresenta um índice de variação dos preços da gasolina comum nos municípios que fazem parte do LPMCC. Para o cálculo do coeficiente, uma vez identificado o preço médio de venda da gasolina, para cada um dos

postos, nos meses em que houve coletas de preço, foi determinado o desvio padrão do preço de venda, para cada município, em cada mês. Em seguida, esse valor foi dividido pelo preço médio de venda da gasolina, nas mesmas condições de localidade e tempo.

A análise simultânea do comportamento da dispersão dos preços em um mercado relevante e da evolução da margem média bruta é um dos principais instrumentos utilizados pela ANP para identificar, do ponto de vista estritamente econômico, indícios de cartéis no mercado de revenda de combustíveis (PEDRA *et al.*, 2010). Desta forma, essas variáveis são fundamentais para determinar a relação entre qualidade dos produtos comercializados e a estrutura de mercado.

5.4 Dados relacionados aos municípios

A variável *população* constitui a única variável do modelo que não tem como origem uma base de dados criada ou gerenciada pela Agência Nacional do Petróleo. Estimativas do total da população dos municípios e das Unidades da Federação brasileiras são fornecidas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) desde 1975, sendo esse o insumo mais importante utilizado pelo Tribunal de Contas da União para a distribuição do Fundo de Participação dos Estados e do Distrito Federal (FPE) e do Fundo de Participação dos Municípios (FPM). Assim, para o período de 2002 a 2014 (com exceção dos anos de 2007 e 2010), utilizou-se a população anual estimada para os municípios em análise.

Os dados de 2007 são provenientes da contagem da população que é realizada no meio da década e tem como principal objetivo atualizar os contingentes populacionais municipais, além de subsidiar o cálculo das estimativas populacionais dos municípios nos anos subsequentes. Contudo, por razões de natureza orçamentária, a realização da Contagem da População, prevista para 2005, só ocorreu em 2007. Já os números de 2010 foram adquiridos do Censo Demográfico de 2010, que constitui a principal fonte de referência para o conhecimento das condições de vida da população em todos os municípios do país e em seus recortes territoriais internos, tendo como unidade de coleta a pessoa residente, na data de referência, em domicílio do Território Nacional.

Para fins de cálculo e facilidade de análise, optou-se por utilizar o logaritmo da população total do município, em consonância com alguns estudos da área que empregam o dado populacional (GUERRERO, 2012). Dentre os 5.458 municípios que compõem a base de dados, São Paulo/SP foi aquele com maior população, com cerca de 12 milhões de habitantes,

em 2014. Já o município com menor população foi Borá/SP, com 804 habitantes, em 2002. O valor médio da população municipal na amostra foi de 917.277 habitantes.

Já as variáveis *padrão conformidade fiscalização* e *padrão conformidade monitoramento* são geradas diretamente a partir das variáveis *conforme (fiscalização)* e *conforme*. A primeira se refere ao resultado médio municipal de conformidade em relação à fiscalização do abastecimento constatado no mês da última fiscalização do abastecimento realizada em determinado estabelecimento. Da mesma forma, a segunda variável informa a média municipal dos resultados de conformidade no PMQC, no último mês em que um posto tenha sido monitorado.

Quanto mais próximo de 1, maior é o padrão de conformidade dos postos em relação às obrigações que devem ser cumpridas pelos autorizados a exercer a atividade de revendedor varejista de combustíveis (*padrão conformidade fiscalização*), bem como em relação à qualidade comercializados (*padrão conformidade monitoramento*). As duas variáveis permitem analisar como os postos de combustível se comportam quando comparados com a conduta de seus concorrentes. A literatura (BROCK; DURLAUF, 2001; GLAESER; SACERDOTE; SCHEINKMAN, 1996; LIU; KIRWAN; BARRETT, 2018) vem demonstrando que a probabilidade de um indivíduo incorrer em um comportamento criminoso é afetada por variáveis de interação social.

5.5 O modelo empírico

Os projetos de pesquisa mais confiáveis e influentes utilizam a atribuição aleatória como técnica experimental, visto que ela contorna os problemas mais importantes que surgem em pesquisas empíricas, quais sejam o viés de seleção e o viés de variáveis omitidas. O pensamento por trás da atribuição aleatória é a designação de participantes para os diferentes grupos do experimento por meio da randomização, de forma a garantir que cada participante tenha a mesma chance de ser colocado em qualquer grupo. Assim, as diferenças entre os grupos não serão sistêmicas no início do experimento, portanto, quaisquer diferenças entre os grupos registrados no final do estudo podem ser seguramente atribuídas aos procedimentos experimentais ou tratamento (ANGRIST; PISCHKE, 2009).

Como anteriormente mencionado, uma das características principais do Programa de Monitoramento da Qualidade dos Combustíveis é a seleção aleatória dos estabelecimentos que serão inspecionados ao longo do mês, a partir da definição de subpopulações (subárea) de postos em cada estado. Assim, tendo como alicerce a atribuição aleatória, os procedimentos

empíricos desse estudo são iniciados com a estimação de uma equação em mínimos quadrados ordinários, a partir da qual se busca definir o efeito causal de uma ação de monitoramento antecedente sobre a qualidade das amostras coletadas em uma ação de monitoramento posterior.

Em seguida, é analisado se a fiscalização do abastecimento se utiliza dos dados gerados pelo PMQC para determinar os estabelecimentos que receberão uma inspeção direcionada. Além disso, utilizando o método de variáveis instrumentais, é avaliado se uma ação de fiscalização do abastecimento tem a capacidade de elevar a qualidade dos combustíveis comercializados no Brasil. Para alcançar estimativas ainda mais precisas dos efeitos causais em pesquisa, o status de conformidade das amostras em relação às especificações dos combustíveis é utilizado como variável de controle.

O modelo inicial se apresenta da seguinte forma:

$$\begin{aligned} conforme_{it} = \alpha + \beta_1 \text{monitorado em } t - x_{it} + \\ \beta_2 ano_t + \beta_3 sub\acute{a}rea_{it} + \mu_{it}, \end{aligned} \quad (5.1)$$

em que, $conforme_{it}$ informa o resultado da análise da conformidade dos combustíveis do posto revendedor i , coletados no mês t , apresentando o valor 1, caso todas as amostras estejam em conformidade com a legislação, e 0, caso contrário. Por sua vez, $monitorado em t - x_{it}$ é uma *dummy* que indica se o posto i foi monitorado no período compreendido entre $t - x$ e t , sendo x o número de meses de defasagem (1, 3 ou 6 meses). Essa variável receberá valor 1, caso o monitoramento anterior tenha ocorrido dentro do período de meses determinado por x , e 0, no caso contrário.

Valendo-se da aleatoriedade do monitoramento da qualidade dos combustíveis, o coeficiente β_1 informa o efeito causal do monitoramento anterior sobre a probabilidade das coletas realizadas em t estarem dentro dos padrões de conformidade. A variável ano_t identifica o ano em que as amostras foram coletadas e tem por função absorver as tendências anuais em relação à qualidade amostral. Finalmente $sub\acute{a}rea_{it}$ designa o lugar de aleatorização, isto é, identifica a subpopulação em que o estabelecimento i se encontra no mês t .

A regressão a seguir promove uma extensão da equação 5.1, ao internalizar o histórico de conformidade do posto i , o que permite analisar a diferença no efeito tratamento de acordo com o status de conformidade dos postos na última ação de monitoramento.

A equação 5.2 se apresenta da seguinte forma:

$$\begin{aligned}
 \text{conforme}_{it} = & \\
 & \alpha + \beta_1 \text{monitorado em } t - x_{it} + \beta_2 \text{conforme } \text{último}_{it} + \\
 & \beta_3 \text{monitorado em } t - x_{it} * \text{conforme } \text{último}_{it} + \beta_4 \text{ano}_t + \\
 & \beta_5 \text{subárea}_{it} + \mu_{it},
 \end{aligned} \tag{5.2}$$

em que *conforme última_{it}* é uma variável *dummy* que informa o histórico do posto em relação à venda de combustíveis dentro das especificações. Isto é, ela adquire o valor 1, caso, no monitoramento do PMQC realizado no período imediatamente anterior a *t*, tenha sido constatado que todos os combustíveis estavam conformes no estabelecimento *i*, e 0, caso ao menos uma amostra estivesse fora dos parâmetros. Note que, para a construção dessa variável, é utilizada o status de conformidade no último monitoramento recebido pelo posto, independente se ele tiver ocorrido dentro do prazo definido por *x*. Assim sendo, essa informação está disponível tanto para o grupo de tratamento, quanto para o grupo de controle.

Por sua vez, a variável *monitorado em t - x_{it} * conforme último_{it}* é a interação entre as *dummies* *monitorado em t - x_{it}* e *conforme último_{it}*. Seu coeficiente informa o efeito diferencial da conformidade no poder do monitoramento anterior sobre os resultados da próxima coleta de combustíveis. Em outras palavras, o coeficiente mensura se o efeito do monitoramento anterior é maior ou menor de acordo com o resultado da conformidade apresentado no último monitoramento.

Em seguida, para estimar se o Programa de Monitoramento da Qualidade dos Combustíveis, ao permitir a identificação de focos de não conformidade, tem sido utilizado como um vetor de inteligência que permita realizar fiscalizações direcionadas por parte da Superintendência de Fiscalização do Abastecimento, é proposto o seguinte modelo:

$$\begin{aligned}
 \text{fiscalizado}_{it} = & \alpha + \beta_1 \text{monitorado em } t - x_{mf_{it}} + \\
 & \beta_2 \text{ano}_t + \beta_3 \text{subárea}_{it} + \mu_{it},
 \end{aligned} \tag{5.3}$$

em que *fiscalizado_{it}* é uma *dummy* que indica se o posto *i* foi fiscalizado pela SFI ou por outro órgão conveniado a ela, no mês *t*. Já a variável *monitorado em t - x_{mf_{it}}* informa a presença de um monitoramento anterior à fiscalização, de forma análoga ao entendimento da variável *monitorado em t - x_{it}*, na equação 5.1. Assim, ela receberá valor 1, caso o

monitoramento anterior tenha ocorrido dentro do período de meses estipulado por x ; e 0, no caso contrário. Novamente, $subárea_{it}$ designa o lugar de aleatorização do monitoramento e ano_t identifica o ano da fiscalização.

Como esperado, a equação 5.3 também pode ser estendida para incorporar o padrão de conformidade do posto no último monitoramento recebido. Assim, a equação 5.4 toma a seguinte forma:

$$\begin{aligned}
 &fiscalizado_{it} = \\
 &\alpha + \beta_1 \text{monitorado em } t - x_{mfi_{it}} + \beta_2 \text{conforme último}_{mfi_{it}} + \\
 &\quad \beta_3 \text{monitorado em } t - x_{mfi} * \text{conforme} \\
 &\quad \text{último}_{mfi_{it}} + \beta_4 \text{ano}_t + \beta_5 \text{subárea}_{it} + \mu_{it}.
 \end{aligned} \tag{5.4}$$

As variáveis $monitorado em t - x_{mfi_{it}}$, $conforme último}_{mfi_{it}}$ e $monitorado em t - x_{mfi_{it}} * conforme último}_{mfi_{it}}$ permanecem com entendimento semelhante ao exposto na explicação da equação 5.2, contudo, nesse caso, busca-se averiguar a existência de um monitoramento anterior à fiscalização. Além disso, como a variável explicada é a probabilidade de um agente revendedor varejista receber uma fiscalização, o resultado de $monitorado em t - x_{mfi_{it}} * conforme último}_{mfi_{it}}$ permite diagnosticar se um posto anteriormente monitorado e que apresentou resultado favorável quanto à qualidade dos combustíveis terá majorada ou reduzida a probabilidade de fiscalização no período t .

Finalmente, para estimar o efeito causal das ações de fiscalização do abastecimento na conformidade das amostras de combustível analisadas, foi considerado, inicialmente, o seguinte modelo:

$$\text{conforme}_{it} = \alpha + \lambda_1 \text{fiscalizado em } t - x_{it} + \lambda_2 \text{ano}_t + \lambda_3 \text{subárea}_{it} + \xi_{it}, \tag{5.5}$$

em que $fiscalizado em t - x_{it}$ é uma *dummy* que determina se o posto i foi fiscalizado no período compreendido entre $t - x$ e t . Novamente, x é um período arbitrariamente determinado, podendo ser de 1, 3 ou 6 meses, e a variável assume o valor 1, caso a ação de fiscalização anterior tenha ocorrido dentro do período de meses estipulado por x , e 0, no caso contrário. Contudo, o modelo acima apresentado pode apresentar vício de endogeneidade, dado que a variável $fiscalizado em t - x_{it}$ não é exógena, ou seja, não podemos assegurar que $E(\xi_{it} | \text{fiscalizado em } t - x_{it}) = 0$.

Para solucionar o problema em questão foi utilizado o método de variáveis instrumentais, objetivando encontrar uma variável instrumental para a variável independente *fiscalizado em t* – x_{it} . Como já mencionado, a informação gerada pelo PMQC é um dos principais vetores de inteligência utilizados pela SFI na escolha dos postos que receberão ações de fiscalização do abastecimento. Assim, supõe-se que a probabilidade de um posto ser fiscalizado dado que ele foi monitorado no passado seja maior do que no caso contrário. A equação que determina a relação entre fiscalização e monitoramento (1º estágio) pode ser exposta da seguinte forma:

$$\begin{aligned} \text{fiscalizado em } t - x_{it} = & \alpha + \theta_1 \text{monitorado em } t - x_{mf2_{it}} + \\ & \theta_2 \text{ano}_t + \theta_3 \text{subárea}_{it} + \varepsilon_{it}. \end{aligned} \quad (5.6)$$

Na equação 5.6, a variável *dummy fiscalizado em t* – x_{it} atua como variável explicada e determina se o posto i foi fiscalizado no período compreendido entre $t - x$ e t , de forma semelhante ao apresentado na equação 5.5. Já a variável explicativa *monitorado em t* – $x_{mf2_{it}}$ informa se, no período compreendido entre $t - x$ e $t - 2x$, determinado estabelecimento foi monitorado pelo PMQC. Novamente, x determina o número de meses para o cálculo e pode assumir os valores 1, 3 e 6. Exemplificando, no caso de *monitorado em t* – $3_{mf2_{it}}$ ser igual a 1, é possível afirmar que, entre três e seis meses antes de determinado monitoramento, o posto revendedor i já havia sido monitorado.

A principal vantagem da utilização do monitoramento como variável instrumental é o fato que, por construção, a seleção dos postos a serem vistoriados pelo PMQC é essencialmente aleatória dentro das subáreas populacionais, o que garante que a variável *monitorado em t* – $x_{mf2_{it}}$ seja exógena em 5.6, isto é, $E(\varepsilon_{it} | \text{monitorado em } t - x_{mf2_{it}}) = 0$. Além disso, essa exogeneidade garante que *monitorado em t* – $x_{mf2_{it}}$ também não seja correlacionada com ξ_{it} da equação 5.5.

Aqui se faz importante deixar claro os períodos em que as regressões de 1º e 2º estágios retratam. A regressão 5.5 (2º estágio) estima a relação causal entre um monitoramento que ocorreu em t e uma fiscalização que pode ter ocorrido no período compreendido entre t e $t - x$. Já a regressão 5.6 (1º estágio) apresenta uma relação de causalidade entre a realização de uma ação de fiscalização do abastecimento no período compreendido entre t e $t - x$ e um possível monitoramento ocorrido entre $t - x$ e $t - 2x$.

As equações 5.7 e 5.8, a seguir, promovem o aperfeiçoamento das anteriormente apresentadas ao acrescentar duas novas variáveis: *conforme último_mf2_{it}* e *monitorado em t - x_mf2_{it} * conforme último_mf2_{it}*. A primeira delas, *conforme último_mf2_{it}*, indica qual foi o status de conformidade do monitoramento imediatamente anterior à mais recente fiscalização ocorrida no período entre *t* e *t - x*. Entretanto, caso tenha havido nenhuma fiscalização nesse período, ela informa o status de conformidade do monitoramento ocorrido imediatamente antes de *t - x*. Já a segunda delas, é uma variável de interação entre *monitorado em t - x_mf2_{it}* e *conforme último_mf2_{it}*, e informa o efeito diferencial de um monitoramento quando o resultado dessa inspeção apresenta resultados dentro dos padrões especificados. Assim, as regressões finais se apresentam com o seguinte formato:

$$\begin{aligned} \text{conforme}_{it} = \\ \alpha + \lambda_1 \text{fiscalizado em } t - x_{it} + \lambda_2 \text{conforme último_mf2}_{it} + \lambda_2 \text{ano}_t + \\ \lambda_3 \text{subárea}_{it} + \xi_{it}, \end{aligned} \quad (5.7)$$

$$\begin{aligned} \text{fiscalizado em } t - x_{it} = \alpha + \theta_1 \text{monitorado em } t - x_{mf2}_{it} + \\ \theta_2 \text{conforme último_mf2}_{it} + \theta_3 \text{monitorado em } t - x_{mf2}_{it} * \\ \text{conforme último_mf2}_{it} + \theta_4 \text{ano}_t + \theta_5 \text{subárea}_{it} + \varepsilon_{it}. \end{aligned} \quad (5.8)$$

Adicionalmente, durante a elaboração do trabalho, outras possíveis correlações entre as variáveis da base de dados foram estudadas. Diferentemente das relações anteriores apresentadas, elas não mais exprimem um vínculo causal entre as variáveis da regressão, visto que não foram utilizadas metodologias específicas para afastar dúvidas em relação aos possíveis problemas em pesquisas empíricas, como variáveis omitidas, simultaneidade e erros de mensuração.

Apesar disso, as correlações são muito úteis e permitem, por exemplo, testar se, em mercados com características de condutas horizontais anticompetitivas, a qualidade dos combustíveis comercializados é superior àqueles caracterizados pela concorrência. Dutra (2004), por exemplo, afirma que a falta de informações confiáveis sobre a qualidade dos produtos, em um mercado que satisfaz as condições de concorrência perfeita, como o de revenda varejista de combustíveis, provoca um processo de seleção adversa, em que os postos compensam a redução dos preços com a redução da qualidade dos combustíveis. Nesse

mesmo sentido, Bennett *et al.* (2013) argumentam que a competição entre firmas pode produzir muitos benefícios, mas também pode encorajar que elas se engajem em atividades contrárias à ética ou mesmo corruptas, principalmente quando a competição por preços é restrita.

Ainda mais, as relações suplementares aqui testadas, ancoradas principalmente no campo das Ciências Sociais, ajudam a demonstrar que o comportamento dos pares (“*peers*”) influencia a percepção de risco dos demais atores do mercado, alterando, então, a propensão ao crime em localidades determinadas (BROCK; DURLAUF, 2001; LIU; KIRWAN; BARRETT, 2018). Por fim, seguindo os achados de Glaeser, Sarcedote e Scheikman (1996), que afirmam que interação social explica a variação nas taxas de crime, e de Oliveira (2005), que sugere que o tamanho da cidade pode afetar as taxas de criminalidade, o estudo busca averiguar a relação entre o tamanho da população nos municípios e a probabilidade de comercialização de combustíveis fora das especificações.

6 RESULTADOS

Os resultados da pesquisa são apresentados nas tabelas 1 a 6, além das tabelas B1 e B2, no Anexo B, e revelam que tanto o Programa de Monitoramento da Qualidade dos Combustíveis quanto as ações de fiscalização do abastecimento são eficazes no propósito de reduzir a probabilidade de os revendedores varejistas de combustíveis automotivos comercializem produtos fora das especificações. Contudo, o efeito do monitoramento é heterogêneo com base no status de conformidade dos postos na última inspeção, isto é, o impacto das inspeções é maior naquelas instalações que já estavam em conformidade anteriormente.

Além disso, confirmou-se o papel do programa de monitoramento como vetor de inteligência para a definição dos postos que serão fiscalizados, permitindo uma ação de fiscalização mais direcionada nos locais que são foco de não conformidades, bem como reduzindo os custos da administração pública ao viabilizar a concentração de esforços apenas nos agentes que não responderam positivamente às medidas coercitivas mais brandas adotadas pela Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. Esses resultados, além de outros achados da pesquisa, são apresentados de forma detalhada nas seções a seguir.

6.1 O efeito do monitoramento sobre a conformidade dos combustíveis

Os primeiros resultados obtidos no estudo apontam que o monitoramento realizado por meio do PMQC tem significativo efeito dissuasivo sobre os postos de combustível nos meses seguintes à inspeção, confirmando as suposições teóricas de Becker (1968). Considere os resultados relatados na primeira coluna da Tabela 1. Para os postos que não foram monitorados no mês anterior, detectou-se a comercialização de combustível dentro das especificações em 55,1% deles, enquanto a taxa de conformidade dos postos inspecionados, no mês anterior, foi 3,5 pontos percentuais superior. Isso implica que o monitoramento por si só aumenta a probabilidade de conformidade no próximo mês em 6,3% ($0,035 / 0,551$). O efeito estimado é estatisticamente significativo e robusto, estando controlado pela variável de estratificação ($sub\acute{a}rea_{it}$) e pelo ano.

TABELA 1 – O efeito do monitoramento sobre a conformidade dos postos

<i>conforme</i>	(1) x=1	(2) x=3	(3) x=6	(4) x=1	(5) x=3	(6) x=6
<i>monitorado em t-1</i>	0,035*** (0,003)			-0,055*** (0,006)		
<i>monitorado em t-3</i>		0,008*** (0,001)			-0,032*** (0,002)	
<i>monitorado em t-6</i>			-0,000 (0,001)			-0,035*** (0,002)
<i>monitorado em t-1 * conforme último</i>				0,132*** (0,007)		
<i>monitorado em t-3 * conforme último</i>					0,061*** (0,002)	
<i>monitorado em t-6 * conforme último</i>						0,055*** (0,003)
<i>conforme último</i>				0,139*** (0,001)	0,123*** (0,001)	0,097*** (0,002)
<i>constante</i>	0,551*** (0,003)	0,549*** (0,003)	0,552*** (0,003)	0,466*** (0,003)	0,475*** (0,003)	0,493*** (0,003)
Observações	843.322	843.322	843.322	843.322	843.322	843.322
R-quadrado	0,094	0,094	0,094	0,113	0,113	0,113
subárea	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
ano	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
operando	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
m_mais	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim

Notas: os coeficientes são estimados usando um conjunto de dados em corte transversal cobrindo o período de 2002 a 2014. A amostra inclui todos os postos revendedores de combustível automotivo que tiverem produtos coletados pelo Programa de Monitoramento da Qualidade dos Combustíveis (PMQC) durante o período de amostragem. Os coeficientes são estimados por meio do método de mínimos quadrados ordinários (MQO). Nas colunas 1 a 3, a dummy $conforme_{it}$, que indica o status de conformidade das amostras coletadas no estabelecimento i , no mês t , é regredida sobre a dummy $monitorado em t - x_{it}$, que indica se o estabelecimento i recebeu um monitoramento no período entre $t - x$ e t , onde x representa o número de meses admitido para o período. Nas colunas 4 a 6, a dummy $conforme_{it}$ é regredida, mais uma vez, sobre $monitorado em t - x_{it}$, além do status de conformidade do estabelecimento no último monitoramento ($conforme último_{it}$) e da interação entre essas duas variáveis ($monitorado em t - x_{it} * conforme último_{it}$), onde x , novamente, representa o número de meses admitido para o período. Para todas as colunas são utilizados controles para o ano da observação (ano_t) e a subárea em o posto está localizado ($subárea_{it}$). Foram utilizadas apenas as amostras coletadas no período em que o estabelecimento estava oficialmente em operação ($operando_{it} = 1$). Por fim, foram consideradas apenas as observações subsequentes à primeira coleta ($m_mais_{it} = 1$). Erros padrão entre parênteses: *** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$.

Além disso, é possível observar, comparando os resultados das três primeiras colunas da Tabela 1, que o efeito dissuasão provocado pelo monitoramento se reduz ao longo dos meses. Enquanto a probabilidade de um posto comercializar combustíveis dentro das especificações, quando o estabelecimento foi monitorado há, no máximo, um mês, é elevada em 3,5%, esse efeito se reduz para apenas 0,8%, quando o monitorado prévio ocorreu em até

três meses antes. Para mais, quando o prazo é dilatado para até seis meses, o resultado não se mostra estatisticamente significativa a 10%. Os resultados corroboram a ideia de que o monitoramento gera uma percepção de que o Estado está presente de forma ostensiva em todo o mercado de combustíveis, o que altera a expectativa de controle por parte dos agentes visitados. Assim, ocorrendo em espaço mais curto de tempo, o monitoramento mantém os postos em alerta em relação à comercialização combustíveis dentro das especificações. Entretanto, com o passar do tempo esse sentimento de vigilância vai se esvaindo.

Os resultados também mostram que a magnitude e o sinal do efeito do monitoramento sobre a probabilidade da comercialização de combustíveis de qualidade são dependentes do fato de os estabelecimentos estarem ou não conformes no último monitoramento. Assim, nas colunas 4 a 6 da Tabela 1, são exploradas as diferenças na condição de conformidade no monitoramento prévio sobre o monitoramento realizado em t . Diferentemente do esperado, o efeito de dissuasão é consideravelmente maior nos postos com status de conforme no período anterior do que nos postos que estavam não conforme. Mais surpreendente é que o efeito da dissuasão nos postos que estavam não conformes é negativo. Isto é, se um posto é monitorado em $t - 1$ e é constatada a comercialização de combustível não conforme, a probabilidade de ele comercializar combustíveis dentro da especificação em t reduz 5,5%. Já o oposto, ou seja, estar conforme em $t - 1$, aumenta 21,6% a probabilidade da comercialização de combustíveis de qualidade. Todos os resultados são estatisticamente significantes a 1%.

Analisando os resultados acima, é possível afirmar que o monitoramento, de modo geral, reduz a probabilidade de um posto comercializar combustível fora das especificações no período subsequente ao monitoramento. Esse efeito é ainda maior nos postos que já estavam vendendo combustível dentro das especificações. Mas, para aqueles postos que estavam comercializando combustíveis não conformes, o fato de ser monitorado aumenta a probabilidade de esses estabelecimentos continuarem a comercializar tais combustíveis no período seguinte. Esse resultado é de certa forma contraintuitivo, mas é respaldado por diversos artigos empíricos, como, por exemplo, Sullivan e Kafle (2017).

Uma possível explicação para isso é que o posto revendedor, erroneamente, compreende que, devido às restrições orçamentárias da agência, o programa de monitoramento e o de fiscalização são substitutos, e não complementares. Ou seja, a probabilidade de ser fiscalizado é reduzida logo após um monitoramento, mesmo após a constatação de irregularidades nos combustíveis. Essa interpretação é corroborada pelos dados de fiscalização: apenas 12,3% dos postos monitorados comercializando combustível fora das

especificações recebem uma fiscalização em até dois meses. Assim, como o PMQC não tem caráter fiscalizatório, os postos monitorados que comercializavam produtos com vício de qualidade se sentem ainda mais confiantes para continuar cometendo essa infração, visto que a firma desfrutaria de um subsequente período de impunidade.

Uma segunda explicação para a questão se sustenta na motivação de abertura do estabelecimento, algo desconhecido, a priori, pela ANP no momento de fornecer a autorização ao agente econômico. Desta forma, suponha a existência de postos abertos com o objetivo principal de comercializar combustíveis adulterados. Esses estabelecimentos podem intercalar a venda de combustíveis com vícios com aqueles dentro das especificações, a fim de maximizar sua função utilidade. Entretanto, esses estabelecimentos, ao perceberem que foram monitorados comercializando combustíveis não especificados, tomam por certo que a Agência os identificou como fraudadores e que possivelmente serão fiscalizados e fechados em um curto espaço de tempo. Como consequência, a partir desse monitoramento, a firma passaria a comercializar a maior quantidade possível de combustíveis adulterados, novamente como forma de maximizar sua função de utilidade. Contudo, pode ocorrer de esse posto receber um novo monitoramento antes mesmo de chegar a ser fiscalizado, devido ao reduzido número de agentes de fiscalização. Assim, a probabilidade de estar comercializando combustível não conforme com a especificação no período t tende a ser maior para aqueles que já estavam no ramo da irregularidade em $t - 1$.

6.2 O efeito do monitoramento sobre a fiscalização do abastecimento

Os resultados sinalizam, ainda, que o Programa de Monitoramento da Qualidade dos Combustíveis cumpre seu objetivo básico de orientar e apoiar as ações de fiscalização do abastecimento realizadas pela ANP ou por órgãos conveniados. Considerando, inicialmente, os coeficientes relatados na primeira coluna da Tabela 2, para os postos que não foram monitorados no mês anterior, a probabilidade de fiscalização é de 3%. Entretanto, caso tenham sido monitorados no mês anterior, a probabilidade de receber uma ação de fiscalização é 0,4% maior. Isso implica que o monitoramento aumenta a probabilidade de um posto revendedor ser fiscalizado no mês subsequente em 13,3% ($0,004 / 0,030$), sugerindo que o monitoramento realizado pelo PMQC é um importante vetor de inteligência utilizado na definição dos postos a serem fiscalizados. O efeito estimado, novamente, é estatisticamente significativo e robusto, estando controlado pela variável de estratificação ($subárea_{it}$) e pelo ano.

TABELA 2 - O papel do PMQC na determinação das fiscalizações

<i>fiscalizado</i>	(1) x=1	(2) x=3	(3) x=6	(4) x=1	(5) x=3	(6) x=6
<i>monitorado em t-1_mf</i>	0,004*** (0,000)			0,004*** (0,000)		
<i>monitorado em t-3_mf</i>		0,005*** (0,000)			0,007*** (0,000)	
<i>monitorado em t-6_mf</i>			0,006*** (0,000)			0,010*** (0,000)
<i>monitorado em t-1_mf * conforme último_mf</i>				-0,001** (0,000)		
<i>monitorado em t-3_mf * conforme último_mf</i>					-0,005*** (0,000)	
<i>monitorado em t-6_mf * conforme último_mf</i>						-0,007*** (0,000)
<i>conforme último_mf</i>				-0,007*** (0,000)	-0,004*** (0,000)	-0,002*** (0,000)
<i>constante</i>	0,030*** (0,000)	0,029*** (0,000)	0,027*** (0,000)	0,039*** (0,000)	0,035*** (0,000)	0,032*** (0,000)
Observações	4.860.121	4.860.121	4.860.121	4.383.212	4.383.212	4.383.212
R-quadrado	0,023	0,023	0,023	0,024	0,024	0,024
subárea	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
ano	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
operando	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim

Notas: os coeficientes são estimados usando um conjunto de dados em corte transversal cobrindo todos os meses do período compreendido entre janeiro de 2002 a dezembro 2014. A amostra inclui todos os postos revendedores de combustível automotivo que estiveram em operação em ao menos um mês durante o período de amostragem. Os coeficientes são estimados por meio do método de mínimos quadrados ordinários (MQO). Nas colunas 1 a 3, a dummy *fiscalizado_{it}*, que indica se o estabelecimento *i* recebeu uma fiscalização do abastecimento no mês *t*, é regredida sobre a dummy *monitorado em t - x_mf_{it}*, que indica se o estabelecimento *i* recebeu um monitoramento no período entre *t - x* e *t*, onde *x* representa o número de meses admitido para o período. Nas colunas 4 a 6, a dummy *fiscalizado_{it}* é regredida, mais uma vez, sobre *monitorado em t - x_mf_{it}*, além do status de conformidade do estabelecimento verificado no último monitoramento (*conforme último_mf_{it}*) e da interação entre essas duas variáveis (*monitorado em t - x_mf_{it} * conforme último_mf_{it}*), onde *x*, novamente, representa o número de meses admitido para o período. Para todas as colunas são utilizados controles para o ano da observação (*ano_t*) e a subárea em o posto está localizado (*subárea_{it}*). Foram utilizadas apenas as observações em que o estabelecimento estava oficialmente em operação (*operando_{it} = 1*). Erros padrão entre parênteses: *** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$.

Os resultados também mostram que a magnitude do efeito do monitoramento sobre a probabilidade de fiscalização se eleva com a dilatação do prazo. Enquanto ser inspecionado pelo programa de monitoramento em até 30 dias (1 mês) aumenta em 13,3% a probabilidade de ser fiscalizado, esse valor se eleva para 17,2% (0,005/ 0,029) e 22,2% (0,006/ 0,027), quando ampliado o tempo em relação ao monitoramento para até três e até seis meses, respectivamente. Esses resultados permitem inferir que a assimilação das informações do

PMQC pelos núcleos regionais de fiscalização do abastecimento é um processo complexo, sendo fiscalizados, de imediato, apenas os estabelecimentos com infrações críticas de qualidade.

Ainda mais relevantes são os resultados apresentados encontrados para a variável de interação *monitorado em t* – $x_{mf_{it}} * conforme\ último_{mf_{it}}$, conforme exibido na Tabela 2, colunas 4 a 6. Tomando de início a coluna 4, verifica-se que estabelecimentos que se encontravam não conforme no monitoramento prévio e foram monitorados no mês anterior têm uma probabilidade de 4,3% ($0,039 + 0,004$) de serem fiscalizados em *t*. Já, no caso de uma empresa com status de conformidade que foi monitorada no mês anterior, essa probabilidade se reduz para 3,5% ($0,039 + 0,004 - 0,001 - 0,007$), o que corresponde a uma redução de cerca de 20%. As colunas 5 e 6, que tratam de monitoramentos ocorridos em até três e até seis meses, respectivamente, apresentam reduções ainda mais expressivas na probabilidade de ser fiscalizado caso o estabelecimento estivesse dentro dos padrões, conforme verifica-se pela variável de interação ($-0,005$ e $-0,007$, respectivamente). Todos os coeficientes de interesse testados se apresentaram estatisticamente significantes a 5%.

Em suma, os coeficientes retratados na Tabela 2 atestam com solidez a hipótese de que o PMQC é uma ferramenta de extrema importância para a fiscalização do abastecimento. Com base nos resultados desse programa é possível identificar aqueles estabelecimentos que foram monitorados recentemente e estavam vendendo combustíveis de qualidade. Consequentemente, possuem menos necessidade de sofrerem outras formas de coerção mais dispendiosa aos cofres públicos, como a fiscalização, para que permaneçam comercializando combustível dentro dos padrões de qualidade nos períodos subsequentes.

6.3 O efeito da fiscalização do abastecimento sobre a conformidade dos combustíveis

Tendo demonstrado que ter sido monitorado anteriormente altera a probabilidade de um posto ser fiscalizado pela ANP, prossegue-se para a avaliação do impacto da fiscalização do abastecimento sobre a qualidade dos combustíveis comercializados. Os coeficientes apresentados na Tabela 3 capturam o efeito de fiscalizações ocorridas anteriormente sobre a probabilidade de os combustíveis coletados estarem dentro dos padrões de conformidade⁶.

⁶ Os resultados do primeiro estágio dessas regressões estão apresentados na Tabela B2, no Anexo B.

TABELA 3 - O efeito da fiscalização sobre a conformidade dos postos – 2º Estágio

<i>conforme</i>	(1) x=1	(2) x=3	(3) x=6	(4) x=1	(5) x=3	(6) x=6
<i>fiscalizado em t-1</i>	0,104*** (0,034)			0,063* (0,034)		
<i>fiscalizado em t-3</i>		0,022*** (0,008)			0,025*** (0,008)	
<i>fiscalizado em t-6</i>			0,015*** (0,003)			0,017*** (0,003)
<i>conforme último_mf2</i>				0,139*** (0,002)	0,123*** (0,002)	0,110*** (0,002)
<i>constante</i>	-0,088*** (0,026)	-0,072*** (0,025)	-0,072*** (0,025)	-0,057** (0,026)	-0,062** (0,025)	-0,086*** (0,025)
Observações	362.689	362.689	362.689	362.624	361.948	360.675
R-quadrado	0,102	0,105	0,105	0,122	0,118	0,116
subárea	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
ano	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
operando	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
m_mais e f_mais	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Estatística F do primeiro estágio	3065,84	24245,84	1,2e+05	1545,97	12.057,94	59.132,10
AR - Chi2	9,36	7,03	18,31	171,54	104,90	161,69
Prob > AR	0,0022	0,0080	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
SW - S - stat	9,36	7,03	18,31	171,46	104,87	161,61
Prob > SW	0,0022	0,0080	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

Notas: os coeficientes são estimados usando um conjunto de dados em corte transversal cobrindo o período de 2002 a 2014. A amostra inclui todos os postos revendedores de combustível automotivo que tiverem produtos coletados pelo Programa de Monitoramento da Qualidade dos Combustíveis (PMQC) durante o período de amostragem. Os coeficientes são estimados por meio do método de mínimos quadrados de dois estágios (MQ2E). Nas colunas 1 a 3, a *dummy conforme_{it}*, que indica o status de conformidade das amostras coletadas no estabelecimento *i*, no mês *t*, é regredida sobre a *dummy fiscalizado em t - x_{it}*, que indica se o estabelecimento *i* recebeu uma fiscalização do abastecimento no período entre *t - x* e *t*, onde *x* representa o número de meses admitido para o período. É utilizado como variável instrumental *monitorado em t - x_mf2_{it}*, que indica a existência de um monitoramento no período entre *t - 2x* e *t - x*, onde *x* representa o número de meses admitido para o período. Nas colunas 4 a 6, a *dummy conforme_{it}* é regredida, mais uma vez, sobre *fiscalizado em t - x_{it}*, além do status de conformidade do estabelecimento no último monitoramento (*conforme último_mf2_{it}*), onde *x* representa a defasagem, em meses, a partir do qual será verificado o status de conformidade do monitoramento anterior. São utilizados como variáveis instrumentais, nesses caso, *monitorado em t - x_mf2_{it}* e *monitorado em t - x_mf2_{it} * conforme último_mf2_{it}*, que é a interação entre as variáveis *monitorado em t - x_mf2_{it}* e *conforme último_mf2_{it}*. Para todas as colunas são utilizados controles para o ano da observação (*ano_t*) e a subárea em o posto está localizado (*subárea_{it}*). Foram utilizadas apenas as amostras coletadas no período em que o estabelecimento estava oficialmente em operação (*operando_{it}* = 1). Por fim, foram consideradas apenas as observações subsequentes à primeira coleta (*m_mais_{it}* = 1) e à primeira fiscalização (*f_mais_{it}* = 1). Erros padrão entre parênteses: *** p < 0.01, ** p < 0.05, * p < 0.1.

As colunas 1 a 3 retratam os resultados identificados para a equação 5.4. Nesta especificação, utiliza-se como variável instrumental para a fiscalização uma *dummy* que indica se o posto foi monitorado anteriormente à fiscalização. Já as colunas 4 a 6, referem-se à

equação 5.5. Nesta última especificação, além da *dummy* que indica se o posto foi monitorado anteriormente à fiscalização, utiliza-se como variável instrumental também a interação dessa *dummy* com o resultado da conformidade no último monitoramento. Em ambos os casos foi mantido o método econométrico de mínimos quadrados em dois estágios, bem como os controles de localização dos estabelecimentos ($sub\acute{a}rea_{it}$) e ano do monitoramento.

Os resultados evidenciam que a realização das ações de fiscalização do abastecimento em um determinado período reduz significativamente a probabilidade de um posto comercializar combustível fora do padrão no período subsequente. O efeito de maior magnitude ocorre nas fiscalizações realizadas em até um mês, 10,4% (coluna 1) e 6,3% (coluna 4). Contudo, esse efeito se reduz para apenas 1,5% (coluna 3), quando a fiscalização anterior foi realizada em até seis meses, representando uma redução de 85% no poder da fiscalização. Esse resultado sinaliza que o efeito das ações desenvolvidas pela SFI que objetivam garantir os interesses dos consumidores quanto a qualidade dos combustíveis se dissipa com o decorrer do tempo.

Conforme verificado na Tabela 3, uma intensificação da fiscalização hoje terá forte efeito de dissuasão na venda de combustíveis fora da especificação em até um mês à frente, um efeito menor quando consideramos até 3 meses (coluna 2) e, finalmente, um efeito marginal quando avaliado em até seis meses. Esse padrão reforça a necessidade de manter esforços contínuos de fiscalização do cumprimento da lei nos revendedores de combustível automotivo para combater efetivamente o comércio de produtos que não atendam às regulamentações e que podem causar prejuízos irreversíveis ao meio ambiente. Enfim, os resultados apresentados na Tabela 3 são consistentes em magnitude e em significância, indicando que os achados não são motivados pela escolha de instrumentalização da variável independente em questão.

6.4 Correlações adicionais com a conformidade dos combustíveis

Além do efeito do monitoramento realizado pelo PMQC e da fiscalização do abastecimento, outras variáveis explicativas comumente utilizadas em estudos acadêmicos empíricos em áreas correlatas foram utilizadas para verificar sua relação com a qualidade dos combustíveis comercializados no Brasil.

TABELA 4 – Correlações adicionais com a conformidade dos postos

<i>conforme</i>	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
<i>população</i>	0,008*** (0,000)				
<i>padrão conformidade fiscalização</i>		0,016*** (0,003)			
<i>padrão conformidade monitoramento</i>			0,184*** (0,001)		
<i>margem de venda</i>				0,107*** (0,010)	
<i>coeficiente de variação dos preços</i>					-0,408*** (0,065)
<i>constante</i>	0,548*** (0,003)	0,570*** (0,006)	0,438*** (0,003)	0,549*** (0,005)	0,582*** (0,004)
Observações	843.267	251.032	842.416	278.842	492.719
R-quadrado	0,094	0,072	0,110	0,082	0,084
subárea	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
ano	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
operando	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
m_mais	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim

Notas: os coeficientes são estimados usando um conjunto de dados em corte transversal cobrindo o período de 2002 a 2014. A amostra inclui todos os postos revendedores de combustível automotivo que tiverem produtos coletados pelo Programa de Monitoramento da Qualidade dos Combustíveis (PMQC) durante o período de amostragem. Os coeficientes são estimados por meio do método de mínimos quadrados ordinários (MQO). Nas colunas 1 a 5, a *dummy conforme_{it}*, que indica o status de conformidade das amostras coletadas no estabelecimento *i*, no mês *t*, é regredida sobre as variáveis *população_{it}*, *padrão conformidade fiscalização_{it}*, *padrão conformidade monitoramento_{it}*, *margem de venda_{it}* e *coeficiente de variação dos preços_{it}*, respectivamente. Para todas as colunas são utilizados controles para o ano da observação (*ano_t*) e a subárea em o posto está localizado (*subárea_{it}*). Foram utilizadas apenas as amostras coletadas no período em que o estabelecimento estava oficialmente em operação (*operando_{it}* = 1). Por fim, foram consideradas apenas as observações subsequentes à primeira coleta (*m_mais_{it}* = 1). Erros padrão entre parênteses: *** p <0.01, ** p <0.05, * p <0.1.

Conforme pode ser verificado na Tabela 4, coluna 1, população e qualidade se relacionam positivamente. Isto significa que, os combustíveis comercializados em postos de grandes cidades têm maior probabilidade de estarem dentro dos padrões de conformidade do que aqueles em pequenos municípios. Uma possível explicação para o fato é que municípios com maior população estão fisicamente próximos de núcleos regionais de fiscalização ou são mais bem servidos por rotas aéreas, o que facilita o deslocamento de equipes de fiscalização para a área, aumentando, assim, a probabilidade dos postos serem fiscalizados e, caso estejam cometendo alguma irregularidade, serem devidamente punidos. O coeficiente da variável é

estatisticamente significativa e apresenta efeito prático, visto que o aumento de 1% na população está relacionado a uma melhoria na qualidade dos combustíveis de 0,8%.

Esse resultado contradiz estudos na área de Ciências Sociais, a exemplo de Glaeser e Sacerdote (1999) e Oliveira (2005), que postulam que quanto maior a população, menor o grau de interação social na localidade, o que favorece a atividade criminosa. Neste caso, com um maior número de postos e de consumidores, a relação comerciante e comprador se tornaria mais efêmera, reduzindo o custo moral de um revendedor comercializar combustíveis fora dos padrões de qualidade. Outros estudos, a exemplo de Guerrero (2012), não verificaram correlação estatisticamente relevante entre população e probabilidade de violação por parte dos postos.

Ainda em relação à população, a Tabela 5, coluna 1, apresenta o efeito diferencial da população na relação causal entre monitoramento com até um mês de defasagem e a qualidade dos combustíveis comercializados. O coeficiente da variável *monitorado em t* – $x_{it} * população_{it}$, que é estatisticamente significativa a 10%, permite inferir que quanto menor a população dos municípios, maior o efeito do monitoramento sobre a qualidade futura dos combustíveis coletados. Esse resultado se mostra previsível, visto que, pequenos municípios têm uma menor probabilidade de receberem um agente público de fiscalização ou de monitoramento, dado o menor número de estabelecimentos. Assim, nesses momentos incomuns de contato com o agente fiscalizador da lei, a sensação de estar sendo vigiado é alimentada, melhorando o comportamento das firmas.

Outro achado é que postos revendedores que estão em municípios que detêm melhores índices de conformidade, tanto no monitoramento quanto na fiscalização, também apresentam maior probabilidade de estarem dentro dos padrões de conformidade. Por meio da análise da coluna 2 da Tabela 4, é possível afirmar que, caso todos os postos de um município estivessem sido aprovados nas ações de fiscalização realizadas no mês em que um posto deste município foi monitorado, a probabilidade deste mesmo estabelecimento inspecionado comercializar combustível dentro da conformidade no monitoramento subsequente seria 1,6% maior. O mesmo ocorreria caso todos os postos tivessem se mostrado conformes nos resultados do monitoramento daquele mês, contudo, o efeito seria de 18,4%, conforme exposto na coluna 3, da Tabela 4. Esses resultados são sustentados, ainda, por Liu, Kirwan e Barrett (2018), que sugerem que a concorrência pode pressionar as empresas a enxergarem sua reputação na comunidade com mais seriedade e, assim, terem fortes incentivos para melhorar o desempenho ao perceberem que seus concorrentes estão lidando corretamente com a qualidade de seus produtos.

TABELA 5 – Influência das variáveis adicionais no efeito do monitoramento

<i>conforme</i>	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
<i>monitorado em t-1</i>	0,071*** (0,020)	0,012 (0,015)	-0,092*** (0,007)	0,045** (0,018)	0,003 (0,009)
<i>população</i>	0,008*** (0,000)				
<i>monitorado em t-1 * população</i>	-0,003* (0,001)				
<i>padrão conformidade fiscalização</i>		0,015*** (0,003)			
<i>monitorado em t-1 * padrão fisc.</i>		0,018 (0,019)			
<i>padrão conformidade monitoramento</i>			0,180*** (0,002)		
<i>monitorado em t-1 * padrão mon.</i>			0,183*** (0,009)		
<i>margem de venda</i>				0,107*** (0,010)	
<i>monitorado em t-1 * margem ven.</i>				-0,016 (0,049)	
<i>coeficiente de variação dos preços</i>					-0,437*** (0,065)
<i>monitorado em t-1 * coeficiente var.</i>					1,164*** (0,301)
<i>constante</i>	0,547*** (0,003)	0,569*** (0,006)	0,440*** (0,003)	0,547*** (0,005)	0,581*** (0,004)
Observações	843.267	251.032	842.416	278.842	492.719
R-quadrado	0,094	0,072	0,110	0,082	0,084
subárea	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
ano	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
operando	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
m_mais	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim

Notas: os coeficientes são estimados usando um conjunto de dados em corte transversal cobrindo o período de 2002 a 2014. A amostra inclui todos os postos revendedores de combustível automotivo que tiverem produtos coletados pelo Programa de Monitoramento da Qualidade dos Combustíveis (PMQC) durante o período de amostragem. Os coeficientes são estimados por meio do método de mínimos quadrados ordinários (MQO). Nas colunas 1 a 5, a *dummy conforme_{it}*, que indica o status de conformidade das amostras coletadas no estabelecimento *i*, no mês *t*, é regredida sobre *monitorado em t - x_{it}*, que indica se o estabelecimento *i* recebeu um monitoramento no período em até um mês antes do monitoramento em análise. Adicionalmente, a variável dependente é regredida sobre as variáveis *população_{it}* e *monitorado em t - x_{it} * população_{it}* (coluna 1); *padrão conformidade fiscalização_{it}* e *monitorado em t - x_{it} * padrão conformidade fiscalização_{it}* (coluna 2); *padrão conformidade monitoramento_{it}* e *monitorado em t - x_{it} * padrão conformidade monitoramento_{it}* (coluna 3); *margem de venda_{it}* e *monitorado em t - x_{it} * margem de venda_{it}* (coluna 4); e *coeficiente de variação dos preços_{it}* e *monitorado em t - x_{it} * coeficiente de variação dos preços_{it}* (coluna 5). Para todas as colunas são utilizados controles para o ano da observação (*ano_t*) e a subárea em o posto está localizado (*subárea_{it}*). Foram utilizadas apenas as amostras coletadas no período em que o estabelecimento estava oficialmente em operação (*operando_{it}* = 1). Por fim, foram consideradas apenas as observações subsequentes à primeira coleta (*m_mais_{it}* = 1). Erros padrão entre parênteses: *** p < 0.01, ** p < 0.05, * p < 0.1.

Analisando a Tabela 5, coluna 3, é possível verificar que postos que estão em municípios com melhor padrão de qualidade respondem melhor ao efeito coercivo da ação de monitoramento. Isto sugere que o posicionamento em relação ao risco é determinado não apenas de forma individual, mas também coletivamente em um município, de forma que estabelecimentos localizados em municípios com menor propensão ao risco têm menor probabilidade de comercializar produtos fora das especificações.

As colunas 4 e 5 da Tabela 4, por sua vez, agregam resultados importantes para a disciplina da defesa da concorrência. Bennett *et al.* (2013) afirmam que a competição entre as empresas produz muitos benefícios, mas também pode encorajar as empresas a se engajarem em atividades corruptas ou antiéticas. Essa análise é compartilhada por ANP (2015) e Dutra (2004), que confirmam que o acirramento da competição entre os postos de combustível, decorrente da liberalização dos preços no início da década de 2000, contribuiu para deterioração da qualidade dos combustíveis. A justificativa é que, em municípios com alta competição, os postos compensam a redução dos preços de venda com a diminuição da qualidade dos combustíveis, aproveitando da dificuldade do consumidor em detectar fraudes. Essa afirmação teórica é respaldada pela análise empírica em tela, que demonstra, na coluna 4, uma relação positiva entre margem de lucro individual dos estabelecimentos e qualidade dos produtos. Soma-se a isso, ainda, o fato de que, quanto menor o coeficiente de variação de preços dos municípios, maior a probabilidade de o combustível estar em conformidade, como é possível verificar na coluna 5, da Tabela 4.

Assim, com base na análise dos coeficientes apresentados na Tabela 4, é possível inferir que municípios com estruturas de mercado que sugerem a existência de condutas horizontais anticompetitivas, isto é, alta margem de lucro e baixo coeficiente de variação dos preços dos combustíveis, estão correlacionados com a venda de combustíveis dentro dos parâmetros de qualidade. Esse resultado impõe um *trade-off* às ações da ANP, visto que esta agência tem por obrigação, de um lado, zelar pela proteção dos interesses do consumidor em relação ao preço dos combustíveis e, por outro lado, garantir a melhoria da qualidade dos combustíveis derivados de petróleo, do gás natural, do biodiesel e do etanol combustível. Assim, se o esforço para a identificação e o desmantelamento de cartéis não for acompanhado por uma maior atuação da fiscalização, visando coibir a venda de combustíveis não especificados, o mercado poderá ser tomado por produtos de baixa qualidade.

Por fim, verifica-se pela Tabela 5, coluna 6, que quanto maior o coeficiente de variação de preços, isto é, a dispersão do preço da venda de combustíveis em um município, maior o efeito do monitoramento sobre o status de conformidade de um posto quanto aos

combustíveis comercializados. Esse resultado corrobora a ideia de que as estruturas de mercado mais concorrenciais (concorrência via preço) têm maior propensão ao desvio de qualidade, de forma que a ação estatal nessas localidades tem maior efeito, uma vez que repassa aos estabelecimentos a sensação de que a agência reguladora está comprometida em garantir que as disputas comerciais ocorram sem a deterioração da qualidade dos combustíveis.

7 TESTES DE ROBUSTEZ

Embora os resultados sejam coerentes com os reportados na literatura correlata, uma série de testes foi conduzida para verificar sua robustez. Tendo em vista que a estratégia de identificação utilizada nesse estudo baseia-se, principalmente, no fato de que, em determinada subárea, os postos são selecionados aleatoriamente para serem inspecionados pelo PMQC, uma potencial preocupação diz respeito à possibilidade de viés de seleção, isto é, as características observadas das firmas serem estatisticamente diferentes entre os grupos de tratamento e controle. Por grupo de tratamento, entende-se, para fins de checagem da robustez, os postos monitorados em t que foram anteriormente monitorados no período compreendido entre $t - x$ e t . Por outro lado, o grupo de controle é constituído por aqueles que foram monitorados em t , entretanto, presenciaram o último monitoramento antes de $t - x$. Assim, por meio da mensuração do prazo decorrido entre dois monitoramentos quaisquer de um posto, é possível designar as observações para os diferentes grupos do experimento.

A Tabela 6 apresenta uma variedade de variáveis explicativas que caracterizam ou o posto revendedor ou o município em que o posto está estabelecido. Por meio da regressão do tempo decorrido entre dois monitoramentos ($tempo_{it}$) sobre cada uma dessas variáveis, é possível confirmar se existe correlação entre as características dos postos e a frequência em que eles são monitorados. Sendo essa correlação verdadeira, a hipótese de que os postos são selecionados de forma completamente aleatória não se sustenta.

A primeira dúvida que poderíamos lançar sobre a aleatorização diz respeito aos resultados obtidos nos testes prévios de conformidade. Como um dos objetivos do PMQC é o fornecimento de subsídios para a fiscalização, seria racional imaginar que o programa induziria o monitoramento subsequente naqueles postos encontrados comercializando combustíveis fora das especificações. Entretanto, tomando por base o resultado apresentado na Tabela 6, coluna 1, essa dúvida pode ser suprimida. A relação entre o resultado da análise dos combustíveis no monitoramento anterior e o tempo decorrido entre o monitoramento anterior e o atual não se mostra estatisticamente significativa a 10%.

TABELA 6 – Teste de robustez

<i>tempo</i>	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
<i>conforme último</i>	-0,010 (0,009)						
<i>população</i>		-0,139*** (0,003)					
<i>padrão conformidade fiscalização</i>			-0,000 (0,027)				
<i>padrão conformidade monitoramento</i>				0,009 (0,013)			
<i>tancagem</i>					-0,000 (0,000)		
<i>margem de venda</i>						0,090 (0,071)	
<i>coeficiente de variação dos preços</i>							-0,567 (0,526)
<i>constante</i>	3,116*** (0,025)	3,122*** (0,026)	2,759*** (0,050)	3,095*** (0,026)	3,110*** (0,025)	2,949*** (0,037)	2,978*** (0,036)
Observações	843.322	843.267	251.032	842.416	843.322	278.842	492.719
R-quadrado	0,073	0,074	0,072	0,074	0,073	0,066	0,061
subárea	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
ano	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
operando	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
m_mais	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim

Notas: os coeficientes são estimados usando um conjunto de dados em corte transversal cobrindo o período de 2002 a 2014. A amostra inclui todos os postos revendedores de combustível automotivo que tiverem produtos coletados pelo Programa de Monitoramento da Qualidade dos Combustíveis (PMQC) durante o período de amostragem. Os coeficientes são estimados por meio do método de mínimos quadrados ordinários (MQO). Nas colunas 1 a 7, a *dummy tempo_{it}*, que indica o prazo, em meses, decorrido entre a coleta no estabelecimento *i*, no mês *t*, e a coleta imediatamente anterior, é regredida sobre as variáveis *conforme último_{it}*, *população_{it}*, *padrão conformidade fiscalização_{it}*, *padrão conformidade monitoramento_{it}*, *tancagem_{it}*, *margem de venda_{it}* e *coeficiente de variação dos preços_{it}*, respectivamente. Para todas as colunas são utilizados controles para o ano da observação (*ano_t*) e a subárea em o posto está localizado (*subárea_{it}*). Foram utilizadas apenas as amostras coletadas no período em que o estabelecimento estava oficialmente em operação (*operando_{it}* = 1). Por fim, foram consideradas apenas as observações subsequentes à primeira coleta (*m_mais_{it}* = 1). Erros padrão entre parênteses: *** p < 0.01, ** p < 0.05, * p < 0.1.

Por sua vez, o padrão de conformidade municipal, tanto em relação ao monitoramento realizado pelo PMQC quanto à fiscalização do abastecimento aferido no mês do último monitoramento, poderia ser utilizado como forma de direcionamento das futuras inspeções. Caso essa situação ocorresse, o padrão de conformidade na fiscalização

(*padrão conformidade fiscalização_{it}*) e no monitoramento (*padrão conformidade monitoramento_{it}*) deveriam ser negativamente correlacionados com o tempo transcorrido entre monitoramentos (*tempo_{it}*). Mais uma vez, nas colunas 3 e 4, é possível verificar que as variáveis “padrão de monitoramento” e “padrão de fiscalização” não se mostram estatisticamente correlacionadas com a variável explicada, com o nível de significância de 10%.

Na coluna 5, é testada a possibilidade de a seleção das firmas que serão monitoradas em determinado período ser correlacionada com o tamanho dos empreendimentos. Uma boa medida do tamanho dos postos de combustível é a tancagem homologada dos estabelecimentos. Assim, caso existisse algum direcionamento da ANP para que postos que comercializem grandes volumes e, conseqüentemente, atendam a um maior número de consumidores, fossem fiscalizados de modo prioritário, esperaríamos que, em média, postos com maior tancagem tivesse menor prazo entre monitoramentos. Outra vez, o coeficiente aferido não se mostra estatisticamente significativo ao nível de 10%.

Por fim, foi averiguada a possibilidade de fatores correlacionados à formação de preço interferir na seleção realizada pelo PMQC. Supondo que postos que vendam combustível a um preço mais baixo possam ter padrões de qualidade inferiores, caso o monitoramento fosse direcionado, seria previsível que postos que tenham uma baixa margem de lucro fossem fiscalizados com maior regularidade. Em tal caso, margem de lucro e prazo de monitoramento apresentariam correlação negativa. Por outro lado, poder-se-ia supor que, em mercados altamente competitivos (coeficiente de variação de preços elevado)⁷, haveria maior tendência à deterioração da qualidade dos combustíveis, visto que os comerciantes tentariam utilizar a adulteração como forma de elevação dos lucros. Assim, existiria uma correlação inversa entre coeficiente de variação de preços e frequência de monitoramento. Felizmente, as colunas 6 e 7 mostram, mais uma vez que as variáveis não são significativamente correlacionadas ao nível de significância de 10%.

Os resultados acima apresentados tranquilizam em relação a um possível viés de seleção, nos permitindo afirmar que, controlando pela subárea, a aleatorização da amostra se deu conforme esperado. Contudo, afastada a preocupação quanto à seleção, uma segunda questão se coloca em pauta: o monitoramento é um instrumento válido para a fiscalização? A resposta a essa pergunta já foi parcialmente respondida ao se constatar, primeiro, que a seleção dos postos no programa de monitoramento é realizada de forma totalmente aleatória e,

⁷ Cabe mencionar que mercados em concorrência perfeita apresentariam o coeficiente de variação de preços próximo a zero.

segundo, que existe uma significativa correlação entre monitoramento anterior e fiscalização subsequente. Resta agora, então, analisar os parâmetros encontrados nos testes de especificação do instrumento.

A estatística F para o primeiro estágio, reportada na Tabela 3, por fim, afasta preocupações maiores em relação à força dos instrumentos utilizados. Apresentando F sempre maior do que 10, o que sugere instrumento forte (STOCK; WRIGHT; YOGO, 2002), o coeficiente corrobora a constatação de que as ações de fiscalização em postos revendedores têm significativo efeito dissuasivo sobre a venda de combustível fora da especificação em determinado prazo de tempo.

8 CONCLUSÃO

Este trabalho apresenta a primeira análise realizada sobre o efeito da atividade de controle executada pela Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis sobre o mercado de combustíveis no Brasil. Verifica-se que o uso de técnicas econométricas adequadas e a atribuição aleatória das ações de monitoramento controlam os possíveis problemas de seleção que comumente ocorrem em estudos que utilizam dados observacionais. Os resultados da dissertação são robustos e respondem às questões inicialmente propostas. Tanto as ações de monitoramento quanto as de fiscalização empreendidas pela ANP são eficazes em reduzir a probabilidade de um posto comercializar combustíveis fora das especificações.

Além disso, constata-se que o Programa de Monitoramento da Qualidade dos Combustíveis cumpre seu objetivo inicialmente desenhado, ao servir como vetor de inteligência para a fiscalização. Como resultados adicionais, o trabalho fornece evidências empíricas de que, além das características particulares dos estabelecimentos, as características dos municípios em que as firmas estão estabelecidas (população, margem de lucro, histórico de cumprimento da lei) determinam o comportamento em relação à venda de combustíveis dentro das especificações de qualidade.

Cabe destacar também os efeitos diferenciais do padrão de conformidade municipal e do coeficiente de variação dos preços, bem como do tamanho da população municipal, que atuam fortalecendo ou restringindo a eficácia do monitoramento como instrumento de controle. Esses resultados corroboram a recente literatura de economia comportamental (BROCK; DURLAUF, 2001; GLAESER; SACERDOTE; SCHEINKMAN, 1996; LIU; KIRWAN; BARRETT, 2018; OLIVEIRA, 2005), que infere o comportamento individual do cidadão a partir do comportamento típico da população a que ele pertence.

A constatação de que o efeito do monitoramento é heterogêneo com base no status de conformidade do posto na última inspeção, isto é, o impacto do monitoramento se mostra positivo apenas para aquelas instalações que já estavam em conformidade, sugere que as firmas têm graus diferentes de comprometimento com a conformidade. Assim, para aqueles estabelecimentos com histórico desfavorável, faz-se indispensável a aplicação de novas ações mais contundentes para assegurar o atendimento às leis, reforçando, dessa forma, a ideia de regulação responsiva (BRAITHWAITE, 2006).

Além disso, o rigor metodológico empregado nos cálculos e, principalmente, a robustez com que os resultados se apresentam abrem espaço para a efetiva interpretação dos efeitos em termos de formulação de política pública. A comprovação de que políticas de coação e dissuasão alternativas (GUERRERO, 2012; FERRAZ; FINAN, 2008; STAFFORD, 2006; STAFFORD, 2012) são efetivas na consecução de seus objetivos é de extrema validade em um contexto recorrente de contingenciamento de despesas públicas, acentuando a necessidade de identificar e implementar políticas eficazes de monitoramento e fiscalização que, de fato, reduzam as violações das regulamentações.

Outro avanço alcançado por essa pesquisa foi extrapolar a literatura da coerção governamental para além da costumeira relação entre polícia e crime. No presente estudo, monitoramento da qualidade e fiscalização do abastecimento são os métodos de aplicação da lei, enquanto o crime é entendido de uma forma mais ampla, pois se traduz na comercialização de combustíveis não conformes, que pode ser decorrente de uma ação dolosa, visando benefícios financeiros, ou de ações não intencionais, a partir de falhas no método de conservação.

Finalmente, essa dissertação apresenta um tema ainda pouco desenvolvido na literatura sobre fiscalização do meio ambiente. Enquanto a maioria dos trabalhos na área tratam sobre o efeito da fiscalização sobre a performance das firmas no que se refere à emissão de poluentes no meio ambiente (EPPLÉ; VISSCHER, 1984; MAGAT; VISCUSI, 1990), o presente estudo se envolve em uma nova temática do monitoramento ambiental, o direito de acesso a combustíveis com baixo potencial poluidor, e o papel do Estado na condução da sociedade ao desenvolvimento ambiental.

REFERÊNCIAS

- ANGRIST, Joshua; PISCHKE, Jorn-Steffen. **Mostly Harmless Econometrics: An Empiricist's Companion**, 1 ed., New Jersey: Princeton University Press, jan. 2009.
- AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCMBUSTÍVEIS (ANP). **Anuário estatístico brasileiro do petróleo, gás natural e biocombustíveis: 2019**. Rio de Janeiro: ANP, 2019.
- AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCMBUSTÍVEIS (ANP). **Petróleo e Estado**. Rio de Janeiro: ANP, 2015. Disponível em: <http://www.anp.gov.br/images/publicacoes/livros_e_revistas/livro-petroleo-e-estado-ANP.pdf> Acesso em: 29 mar. 2019.
- ARAGÃO, Amanda Pereira. **Estimativa da Contribuição do Setor Petróleo ao Produto Interno Bruto Brasileiro: 1955/2004**. Rio de Janeiro, 152 p, 2005. Tese (Mestrado em Planejamento Energético). Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia (COPPE) - Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UFRJ).
- ASSUNÇÃO, J.; GANDOUR, C.; ROCHA, R. DETERing deforestation in the Brazilian Amazon: Environmental monitoring and law enforcement. **Climate Policy Initiative**, CPI Report. Rio de Janeiro: [s.n.], maio, 2013.
- AUFFHAMMER, M.; KELLOGG, R. Clearing the Air? The Effects of Gasoline Content Regulation on Air Quality. **American Economic Review**, v. 101, n. 6, p. 2687-2722, 2011.
- AYRES, I.; BRAITHWAITE, J. **Responsive regulation: transcending the deregulation debate**. New York: Oxford University Press, 1992. Disponível em: <<http://johnbraithwaite.com/wp-content/uploads/2016/06/Responsive-Regulation-Transce.pdf>>. Acesso em: 24 mar. 2019.
- BECKER; Gary S. Crime and Punishment: An Economic Approach. **Journal of Political Economy**, v. 76, n. 2, p. 169-217, mar./abr. 1968.
- BELISÁRIO, Thiago Silva. **A forma de contratação, pela ANP, dos laboratórios executores do programa de monitoramento da qualidade dos combustíveis, frente à lei de defesa da concorrência**. Trabalho de Conclusão de Curso; (Graduação em Direito) - Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro; Orientador: José Gabriel Lopes Pires Assis de Almeida; 2014.
- BENNETT, V. M. *et al.* Customer-Driven Misconduct: How Competition Corrupts Business Practices. **Management Science**, v. 59, n. 8, p. 1725–1742, 2013.

BRAITHWAITE, J. Responsive regulation and developing economies. **World Development**, v. 34, n. 5, p. 884–898, 2006.

BROCK, William A.; DURLAUF, Steven N. Discrete Choice with Social Interactions. **The Review of Economic Studies**, v. 68, n. 2, p. 235-260, abr. 2001.

BROWN, J. *et al.* **Reformulating Competition? Gasoline Content Regulation and Wholesale Gasoline Prices**. CUDARE Working Paper 1010, 2006.

DUTRA, L. E. D. O mercado e a qualidade dos combustíveis automotivos. **Boletim Infopetro, Petróleo & Gás Brasil**. Análise de Conjuntura das Indústrias do Petróleo & Gás, ano 5, n. 4, maio, 2004.

EPPLE, D.; VISSCHER, M. Environmental Pollution: Modeling Occurrence, Detection, and Deterrence. **Journal of Law and Economics**, v. 27, p. 29-60, 1984.

FERRAZ, C.; FINAN, F. Exposing Corrupt Politicians: The Effect of Brazil's Publicly Released Audits on Electoral Outcomes. **Quarterly Journal of Economics**, v. 123, n. 2, p. 703-745, maio, 2008.

GLAESER, E. L.; SACERDOTE, B.; SCHEINKMAN, J. A. Crime and Social Interactions. **Quarterly Journal of Economics**, v. 111, p. 507-548, 1996.

GLAESER, E. L.; SACERDOTE, B. Why Is There More Crime in Cities? **Journal of Political Economy**, v. 107, n. 6, p. 225-258, dez. 1999.

GRAY, W.; MENDELOFF, J. The Declining Effects of OSHA Inspections on Manufacturing Injuries, 1979-1998. **ILR Review**, v. 58, n. 4, p. 571-587, jul. 2005.

GRAY, W.; SHIMSHACK, J. The Effectiveness of Environmental Monitoring and Enforcement: A Review of the Empirical Evidence. **Review of Environmental Economics and Policy**, v. 5, n. 1, p. 3–24, 2011.

GUERRERO, S. **Who is Selling You Chiquilitros of Gasoline? Evidence from a Public Disclosure Policy**. Banco de México, Working Papers n. 2012-04, 2012.

LI, P.; LU, Y.; WANG, J. **The Effects of Fuel Standards on Air Pollution: Evidence from China**. Working Paper, 2016.

LIMA, Alexandre de Souza *et al.* **O Programa de Monitoramento da Qualidade dos Combustíveis – PMQC**. Séries temáticas ANP – nº 5. Rio de Janeiro: ANP, 2012. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/?dw=63073>>. Acesso em: 29 mar. 2019.

LIU, X.; KIRWAN, B.; MARTENS, A. Regulatory compliance, information disclosure and peer effects: evidence from the Mexican gasoline market. **Journal of Regulatory Economics**, v. 54, n. 1, p. 53–80, ago. 2018.

MAGAT, W. A.; VISCUSI, W. K. Effectiveness of the EPA's Regulatory Enforcement: The Case of Industrial Effluent Standards. **Journal of Law and Economics**, vol. 33, n. 2, p. 331-360, 1990.

MARCUS, M. On the road to recovery: Gasoline content regulations and child health. **Journal of Health Economics**, v. 54, n. C, p. 98-123, 2017.

MUEHLEGGGER, E. **Gasoline Price Spikes and Regional Gasoline Content Regulation: A Structural Approach**. KSG Working Paper n. RWP06-015, abr. 2006. Disponível em: <<https://research.hks.harvard.edu/publications/getFile.aspx?Id=212>>. Acesso em: 22 abr. 2019.

ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT (OECD). **Improving the Quality of Laws and Regulations: Economic, Legal and Managerial Technique**. Paris: OECD, 1994.

ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT (OECD). **OECD Environmental Outlook to 2050: the consequences of inaction**. Paris: OECD, 2012.

OLIVEIRA, C. A. Criminalidade e o tamanho das cidades brasileiras: um enfoque da economia do crime. In: **Anais do XXXIII Encontro Nacional de Economia**. Natal: ANPEC, 2005.

PEDRA, D. P. *et al.* **Metodologia adotada pela Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis para a detecção de cartéis**. Rio de Janeiro: ANP, 2010. Disponível em: <http://www.anp.gov.br/images/Precos/Metodologia_adotada_pela_Agencia_Nacional_do_Petroleo_Gas_Natural_e_Biocombustiveis_para_deteccao_de_carteis.pdf>. Acesso em: 16 ago. 2018.

PINTO, M. R.; SILVA, E. C. D. O Brilho da Bandeira Branca: Concorrência no Mercado de Combustíveis no Brasil. In: **Anais do XXXII Encontro Nacional de Economia**. João Pessoa: ANPEC, 2004.

STAFFORD, S. Rational or Confused Polluters? Evidence from Hazardous Waste Compliance. **The B.E. Journal of Economic Analysis & Policy**, v. 5, n. 1, p. 1-33, jul. 2006.

STAFFORD, S. Do Carrots Work? Examining the Effectiveness of EPA's Compliance Assistance Program: Effectiveness of EPA's Compliance Assistance Program. **Journal of Policy Analysis and Management**, v. 31, n. 3, p. 533–555, jun. 2012.

STOCK, J. H.; WRIGHT, J. H.; YOGO, M. A survey of weak instruments and weak identification in generalized method of moments. **Journal of Business & Economic Statistics**, v. 20, n. 4, p. 518–529, 2002.

SULLIVAN, K. A.; KAFLE A. **Do more frequent inspections improve compliance? Evidence from underground storage tank facilities in Louisiana**. Office of Communications, Partnerships and Analysis (OCPA) Working Paper n. 2017-05, maio, 2017. Disponível em: <https://www.epa.gov/sites/production/files/2017-06/documents/olem_ocpa_working_paper_do_more_frequent_inspections_improve_compliance.pdf>. Acesso em: 16 ago. 2018.

TRIBUNAL DE CONTAS DA UNIÃO (TCU). **Avaliação dos processos de fiscalização da qualidade dos combustíveis líquidos automotivos, no âmbito da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis – ANP**. Auditoria Operacional 01159420144. Relator: Vital do Rêgo. Data de Julgamento: 25/03/2015.

ANEXO A – DADOS ADICIONAIS

TABELA A1 – Ações de fiscalização do abastecimento realizados e autos de infração lavrados pela ANP – 2002 a 2018

Descrição	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Ações de Fiscalização do Abastecimento	22.630	26.362	25.193	15.373	24.944	24.986	19.677	28.609	27.993	25.579	20.786	16.958	18.730	18.019	20.121	20.102	18.684
Autos de Infração	7.248	8.701	7.900	4.331	6.414	6.115	4.567	6.672	5.392	4.613	4.001	3.051	4.476	4.115	5.723	5.677	4.506

Fonte: Superintendência de Fiscalização do Abastecimento/ANP, elaboração própria.

TABELA A2 – Amostras coletadas e amostras não conformes, por combustível, segundo especificações da ANP - 2002 a 2018

Combustível	Tipo de amostra	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Total	Coletadas	129.840	134.000	132.984	148.227	189.686	169.050	174.512	183.819	207.856	236.715	213.384	229.837	217.654	114.397	53.577	95.024	96.752
	Não conformes	9.828	8.995	6.593	5.846	6.623	4.355	3.611	3.779	4.907	5.094	4.790	4.547	3.978	2.593	1.215	2.114	2.946
Etanol Hidratado	Coletadas	14.382	15.240	14.822	20.781	60.807	42.792	43.833	41.350	44.486	48.645	42.843	46.204	44.433	24.070	13.996	27.049	27.419
	Não conformes	1.815	1.458	1.100	1.354	2.297	1.343	996	702	966	1.199	902	746	705	355	291	499	566
Gasolina C	Coletadas	88.188	90.437	90.236	96.146	77.656	68.086	70.555	74.934	85.161	97.048	87.045	93.997	89.862	47.223	20.854	35.420	35.820
	Não conformes	6.404	6.149	4.434	3.442	2.991	1.913	1.268	1.012	1.094	1.821	1.622	1.245	1.070	897	380	540	665
Óleo Diesel	Coletadas	27.270	28.323	27.926	31.300	51.223	58.172	60.124	67.535	78.209	91.022	83.496	89.636	83.359	43.104	18.727	32.555	33.513
	Não conformes	1.609	1.388	1.059	1.050	1.335	1.099	1.347	2.065	2.847	2.074	2.266	2.556	2.203	1.341	544	1.075	1.715

Fonte: Superintendência de Biocombustíveis e de Qualidade de Produtos /ANP, elaboração própria.

ANEXO B – RESULTADOS DAS REGRESSÕES

TABELA B1 – Sumário estatístico

Variáveis	Obs.	Média	Des. Pad.	Min.	Max.
<i>ano</i>	8.784.672	2008	3,741658	2002	2014
<i>conforme</i>	905.395	0,6289575	0,4830841	0	1
<i>conforme (fiscalização)</i>	151.957	0,7518311	0,4319518	0	1
<i>conforme último</i>	859.996	0,6306436	0,4826308	0	1
<i>conforme último_mf</i>	4.946.938	0,6257887	0,4839186	0	1
<i>conforme último_mf2</i>	544.603	0,6297009	0,4828852	0	1
<i>coeficiente de variação dos preços</i>	4.787.367	0,0262658	0,0148485	0	0,1709387
<i>f_mais</i>	2.197.592	1	0	1	1
<i>fiscalizado</i>	8.784.672	0,017298	0,1303793	0	1
<i>fiscalizado em t-1</i>	551.930	0,0537894	0,2256019	0	1
<i>fiscalizado em t-3</i>	551.930	0,1502691	0,3573353	0	1
<i>fiscalizado em t-6</i>	551.930	0,2667186	0,4422444	0	1
<i>margem de venda</i>	1.394.694	0,3385741	0,1176285	-0,410	1,619
<i>monitorado em t-1</i>	859.996	0,023392	0,151145	0	1
<i>monitorado em t-1 * coeficiente de variação dos preços</i>	502.054	0,0006632	0,0046978	0	0,1055383
<i>monitorado em t-1 * margem de vendas</i>	282.749	0,0083427	0,0561478	-0,035	0,857
<i>monitorado em t-1 * padrão conformidade fiscalização</i>	257.377	0,0170532	0,1196276	0	1
<i>monitorado em t-1 * padrão conformidade monitoramento</i>	410.110	0,0326577	0,1635839	0	1
<i>monitorado em t-1 * população</i>	859.928	20413,84	376431,3	0	1,19E+07
<i>monitorado em t-1 * conforme último</i>	859.996	0,0154408	0,1232979	0	1
<i>monitorado em t-3</i>	859.996	0,3139247	0,4640865	0	1
<i>monitorado em t-3 * conforme último</i>	859.996	0,1994788	0,3996088	0	1
<i>monitorado em t-6</i>	859.996	0,8105898	0,3918343	0	1
<i>monitorado em t-6 * conforme último</i>	859.996	0,5083268	0,499931	0	1
<i>m_mais</i>	4.705.005	1	0	1	1
<i>monitorado em t-1_mf</i>	4.946.938	0,1779323	0,3824558	0	1
<i>monitorado em t-1_mf *conforme último_mf</i>	4.946.938	0,1117611	0,3150723	0	1

Variáveis	Obs.	Média	Des. Pad.	Min.	Max.
<i>monitorado em t-3_mf</i>	4.946.938	0,487878	0,4998531	0	1
<i>monitorado em t-3_mf * conforme último_mf</i>	4.946.938	0,3046202	0,4602464	0	1
<i>monitorado em t-6_mf</i>	4.946.938	0,7100972	0,4537171	0	1
<i>monitorado em t-6_mf * conforme último_mf</i>	4.946.938	0,4452482	0,4969932	0	1
<i>monitorado em t-1_mf2</i>	859.996	0,070184	0,2554571	0	1
<i>monitorado em t-1_mf2 * conforme último_mf2</i>	544.603	0,0720506	0,258572	0	1
<i>monitorado em t-3_mf2</i>	859.996	0,199123	0,399341	0	1
<i>monitorado em t-3_mf2 * conforme último_mf2</i>	542.935	0,1966405	0,3974585	0	1
<i>monitorado em t-6_mf2</i>	859.996	0,2473558	0,4314755	0	1
<i>monitorado em t-6_mf2 * conforme último_mf2</i>	539.484	0,2445856	0,4298416	0	1
<i>operando</i>	8.784.672	0,5801009	0,4935422	0	1
<i>padrão conformidade fiscalização</i>	2.320.943	0,7182946	0,3088358	0	1
<i>padrão conformidade monitoramento</i>	4.330.130	0,6337717	0,3554416	0	1
<i>população</i>	8.783.112	917.277,2	2510456	804	1,19e+07
<i>subárea</i>	905.395	33651,34	8125,014	11001	53013
<i>tancagem</i>	8.784.672	213,9416	3525,763	0	210.000
<i>tempo</i>	859.996	4,128644	4,07536	0	153

Notas: a tabela relata o número de observações, os valores médios, os desvios-padrão, além dos valores mínimo e máximo das variáveis usadas na análise empírica. A amostra inclui todos os postos revendedores de combustível automotivo que estiveram em operação em ao menos um mês no período de janeiro de 2002 a dezembro de 2014, dispostos em um painel longitudinal mensal.

TABELA B2 - O efeito da fiscalização sobre a conformidade dos postos – 1º Estágio

<i>fiscalizado em t-x</i>	(1) x=1	(2) x=3	(3) x=6	(4) x=1	(5) x=3	(6) x=6
<i>monitorado em t-1_mf2</i>	0,072*** (0,001)			0,081*** (0,002)		
<i>monitorado em t-3_mf2</i>		0,201*** (0,001)			0,212*** (0,002)	
<i>monitorado em t-6_mf2</i>			0,452*** (0,001)			0,470*** (0,002)
<i>monitorado em t-1_mf2 * conforme último_mf2</i>				-0,014*** (0,003)		
<i>monitorado em t-3_mf2 * conforme último_mf2</i>					-0,020*** (0,003)	
<i>monitorado em t-6_mf2 * conforme último_mf2</i>						-0,029*** (0,003)
<i>conforme último_mf2</i>				-0,008*** (0,001)	-0,020*** (0,002)	-0,017*** (0,002)
<i>constante</i>	0,256*** (0,007)	0,523*** (0,010)	0,496*** (0,011)	0,260*** (0,007)	0,535*** (0,010)	0,486*** (0,011)
Observações	362.689	362.689	362.689	362.624	361.948	360.675
R-quadrado	0,036	0,128	0,334	0,036	0,129	0,336
subárea	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
ano	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
operando	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
m_mais e f_mais	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim

Notas: os coeficientes são estimados usando um conjunto de dados em corte transversal cobrindo o período de 2002 a 2014. A amostra inclui todos os postos revendedores de combustível automotivo que tiverem produtos coletados pelo Programa de Monitoramento da Qualidade dos Combustíveis (PMQC) durante o período de amostragem. Os coeficientes são estimados por meio do método de mínimos quadrados ordinários (MQO). Nas colunas 1 a 3, a *dummy fiscalizado em t - x_{it}*, que indica se o estabelecimento *i* recebeu uma fiscalização do abastecimento no período entre *t - x* e *t*, onde *x* representa o número de meses admitido para o período, é regredida sobre a *dummy monitorado em t - x_mf2_{it}*, que indica a existência de um monitoramento no período entre *t - 2x* e *t - x*, onde *x* representa o número de meses admitido para o período. Nas colunas 4 a 6, a *dummy fiscalizado em t - x_{it}* é regredida, mais uma vez, sobre *monitorado em t - x_mf2_{it}*, além do status de conformidade do estabelecimento no último monitoramento (*conforme último_mf2_{it}*) e da interação entre essas duas variáveis (*monitorado em t - x_mf2_{it} * conforme último_mf2_{it}*). Para todas as colunas são utilizados controles para o ano da observação (*ano_t*) e a subárea em o posto está localizado (*subárea_{it}*). Foram utilizadas apenas as amostras coletadas no período em que o estabelecimento estava oficialmente em operação (*operando_{it} = 1*). Por fim, foram consideradas apenas as observações subsequentes à primeira coleta (*m_mais_{it} = 1*) e à primeira fiscalização (*f_mais_{it} = 1*). Erros padrão entre parênteses: *** p < 0.01, ** p < 0.05, * p < 0.1.