

CRIMES AMBIENTAIS E A REPUTAÇÃO DO REGULADOR: ANÁLISE EM DADOS DE PAINEL PARA O BRASIL

Júlia Gallego Ziero Uhr¹
(Universidade Federal de Pelotas)

Daniel de Abreu Pereira Uhr²
(Universidade Federal de Pelotas)

Área ANPEC: Área 10 – Economia Agrícola e do Meio Ambiente

Resumo

O objetivo deste artigo é testar o papel do regulador no combate a violações ambientais no Brasil. As principais variáveis explicativas são os valores das multas lavradas no estado (efeito específico) e nos estados vizinhos (efeito *spillover*), que refletem a reputação do regulador. Este artigo testa ainda o papel complementar dos agentes privados sobre o monitoramento e a aplicação de sanções informais. A fonte de dados compreende, a nível estadual, a quantidade de autos de infração registrados pelo IBAMA e as respectivas multas aplicadas para os anos de 2000 a 2011. Os resultados obtidos pelo método de Efeitos Fixos demonstram que um aumento no valor das multas aplicadas em um estado e em seus vizinhos gera uma redução no número de autos de infração para anos subsequentes à aplicação da multa.

Palavras-chave: Crimes Ambientais, Multas, Regulação Formal, Efeitos de *Spillover*, Painel.

JEL: D60, K42, Q50.

Abstract

The aim of this paper is to test the role of the regulator in combating environmental violations in Brazil. The main explanatory variables are the values of fines imposed on the state (specific effect) and on surrounding states (spillover effect), which reflect the reputation of the regulator. This paper also examines the complementary role of private agents on monitoring and application of informal sanctions. The data source comprises, at state level, the amount of notices of violation recorded by IBAMA and the related fines for the years 2000 to 2011. The results obtained by the method of Fixed Effects demonstrate that an increase on the values of fines imposed on a state and its neighbors generates a reduction in the number of notices of violation for the years following the imposition of a fine.

Keywords: Environmental Crimes, Fines, Formal Regulation, Spillover Effects, Panel Data.

¹ Professora Adjunta do Departamento de Economia da UFPel, e-mail: zierouhr@gmail.com

² Professor Adjunto do Departamento de Economia e do Programa de Pós Graduação em Organizações e Mercados (PPGOM) da UFPel, e-mail: daniel.uhr@gmail.com

CRIMES AMBIENTAIS E A REPUTAÇÃO DO REGULADOR: ANÁLISE EM DADOS DE PAINEL PARA O BRASIL

1 Introdução

A regulação ambiental e a aplicação de sanções formais, inclusive as multas, fazem parte da política ambiental de quase todas as nações, não sendo diferente no Brasil. A teoria econômica do crime confirma que tal procedimento é importante para combater violações ambientais e a conseqüente degradação do meio ambiente. Entretanto, as políticas tradicionais de monitoramento e de execução da lei ambiental têm provocado polêmica em diversos países, devido ao alto custo monetário para os governos. Por causa disso, estes países defendem o afastamento das formas de regulação convencionais em direção a programas de voluntariado e políticas de informação envolvendo a sociedade (Gray & Shimshack, 2011).

Neste trabalho, nosso objetivo central é testar o papel do regulador no combate a violações ambientais. Nossa estratégia é ligar as multas impostas e o gasto do governo com controle ambiental ao comportamento subsequente de cumprimento da lei por parte dos agentes econômicos. A principal variável explicativa empregada neste trabalho consiste no valor (magnitude) das multas lavradas, que possui um efeito específico (sobre o estado multado) e um efeito *spillover* (sobre estados vizinhos). Isso decorre da reputação do regulador: uma multa aplicada sinaliza de forma crível a disposição da autoridade ambiental em aplicar multas em outros estados, amplificando o impacto desse tipo de sanção.

A novidade deste artigo consiste não só em testar a reputação do regulador para o Brasil, mensurando o efeito sobre o estado multado e o efeito sobre os estados vizinhos, mas também a base de dados que foi utilizada. A fonte de dados primária compreende, a nível estadual, a quantidade de autos de infração registrados pelo IBAMA para diversas categorias e os valores das respectivas multas aplicadas para os anos de 2000 a 2011. Esta base de dados jamais foi utilizada em pesquisas no campo da regulação ambiental e da economia do crime. Assim, as análises realizadas com estes dados geram evidências para a efetividade da política ambiental formal (convencional) adotada no Brasil, balizando as políticas públicas.

Além de testar a influência da reputação do regulador sobre a incidência de crimes ambientais, um objetivo secundário é verificar o papel dos agentes privados (regulação informal). A literatura recente destaca a influência complementar que os consumidores e ONGs têm sobre o monitoramento e sobre a aplicação de sanções indiretas. Neste sentido, variáveis que captem as ações dos agentes privados podem afetar a incidência de infrações.

Os resultados encontrados neste trabalho sugerem que a regulação formal, em especial a aplicação de multas, tem um efeito impeditivo importante. De fato, as multas em anos anteriores se mostram significativas para conter o crime ambiental nos estados em que foram aplicadas (efeito específico). E, mais importante, as multas aplicadas em estados vizinhos, em anos anteriores, também são significativas para o combate a violações ambientais (efeito *spillover*). Então, focar somente no efeito impeditivo específico pode subestimar a eficácia das multas como sanções e como forma de prevenção para violações ambientais futuras.

Este artigo está estruturado da seguinte maneira. A próxima seção apresenta a revisão da literatura empírica sobre crimes ambientais, fiscalização e aplicação da lei ambiental. A seguir, discutimos o referencial teórico e o modelo de infrações ambientais. Na seção 4 apresentamos os dados, suas fontes e as hipóteses para o uso de cada variável. O modelo econométrico a ser estimado é apresentado na seção 5. A seção seguinte apresenta os resultados das estimações e interpretações. A seção 7 conclui o trabalho.

2 Revisão da Literatura

Esta seção revisa a pesquisa empírica sobre o efeito impeditivo que o monitoramento e a aplicação de sanções têm sobre as violações ambientais, tanto na sua perspectiva formal (atuação do governo), quanto informal (atuação de setores privados da sociedade).

Almer & Goeschl (2010) exploram dados em painel (quinze estados alemães e período de dez anos) para estudar o efeito impeditivo da execução criminal sobre ofensas ambientais na Alemanha. As principais contribuições do trabalho são o exame dos dados para comprovar a hipótese de que sanções criminais (como o encarceramento e as multas pesadas) têm sucesso em impedir crimes ambientais e a determinação das contribuições individuais dos diferentes tipos de sanções sobre o efeito impeditivo. As variáveis explicativas utilizadas englobam as taxas de crimes apurados, suspeitos julgados, condenados, presos e multas severas aplicadas, além de uma variável para consciência ambiental (percentual de adeptos do Partido Verde) e a preferência do governo por qualidade ambiental (*dummy* para partido conservador). Os autores concluem que as sanções criminais têm um papel impeditivo importante sobre os crimes ambientais. Em particular, os julgamentos públicos têm efeito quantitativo maior sobre a taxa de crimes do que a probabilidade de condenação e a magnitude das multas. Isso seria causado pela perda de reputação que a firma sofre junto aos seus consumidores e acionistas ao ser levada a um julgamento público. Além disso, o trabalho destaca a importância de fatores políticos para entender as variações nos crimes ambientais reportados, já que a variável de consciência ambiental é significativa nas análises estatísticas empregadas.

Shimshack & Ward (2008) argumentam que as sanções criminais não só têm um papel impeditivo importante como elas também garantem o cumprimento da legislação acima do esperado. Ou seja, mesmo para aquelas indústrias que apresentam baixos níveis de crimes ambientais, um aumento no monitoramento e aplicação da lei faz com que as plantas reduzam suas emissões de poluentes abaixo dos níveis permitidos por lei. Usando dados para firmas da indústria americana de papel, para os anos de 1990 até 2004 em nível mensal, os autores afirmam que firmas com emissões estocásticas e de mais de um poluente enfrentam incerteza quanto às suas emissões e quanto ao padrão regulatório. Assim, as firmas observam a reputação do regulador, ou seja, a quantidade de multas aplicadas recentemente sobre outras firmas no mesmo estado e sobre a própria firma. Quanto maior a credibilidade do regulador, maior a redução nas emissões, mesmo para aquelas firmas que já estão em cumprimento com a legislação. Outras variáveis explicativas incluem o número de inspeções, a produção da firma, a adoção de novas tecnologias de produção e os efeitos fixos a nível da planta. Shimshack & Ward (2008) concluem que o comportamento das firmas em reduzir emissões abaixo do necessário é gerado pelos fatores econômicos expostos acima e não por um comportamento altruísta.

Shimshack & Ward (2005) estudam o impacto que uma multa marginal tem sobre a taxa de crimes ambientais cometidos, focando na reputação do regulador e nos efeitos transbordamento, ou seja, como uma multa aplicada em uma firma ajuda a reduzir a taxa de crimes ambientais em todo o estado. Usando dados mensais para a indústria americana de papel, para o período 1988 a 1996, os autores procuram determinar “como” e “quanto” as multas influenciam o cumprimento da legislação ambiental. Além das multas, Shimshack & Ward (2005) consideram o número de inspeções, notificações formais, sanções administrativas e variáveis socioeconômicas como fatores explicativos das violações. Os autores concluem que, na margem, o impacto de uma multa aplicada em uma firma gera uma redução de 2/3 na taxa de violações de todo o estado para o ano subsequente à aplicação da multa. Além disso, o efeito impeditivo sobre outras firmas do estado é tão forte quanto o efeito sobre a firma multada (efeito transbordamento). Assim, os resultados demonstram que a

aplicação de uma única multa aumenta a credibilidade do regulador para todas as firmas, amplificando o impacto da multa. Isso sugere que as firmas observam e aprendem com as próprias experiências passadas e as de seus vizinhos. As demais sanções não-monetárias não demonstraram efeitos significantes sobre a taxa de violações, levando a conclusão de que um melhoramento substancial na taxa de crimes poderia ser obtido através de um investimento adicional relativamente pequeno com a aplicação das multas.

Earnhart (2004) analisa os fatores regulatórios que moldam o nível de desempenho ambiental de empresas públicas de tratamento de água e esgoto no estado do Kansas, EUA. O objetivo central da autora é determinar a efetividade das intervenções governamentais no desempenho ambiental das firmas. Por “intervenção” Earnhart (2004) define inspeções e políticas de aplicação da lei a nível estadual e federal em duas formas: intervenções reais e a ameaça de intervenção, ou seja, a probabilidade de ser punido se em desacordo com a legislação. Para a análise empírica a autora utiliza dados de emissões para os anos 1990-1998, avaliando fatores regulatórios (permissões de poluição, inspeções e demais ações públicas), características da comunidade em que a firma está inserida (população, taxa de desemprego, educação, renda e votos no partido republicano), características da própria firma (capacidade de produção, tecnologia de tratamento de resíduos), entre outras variáveis explicativas. Os resultados de estimação permitem concluir que o efeito impeditivo gerado pela ameaça de intervenção é forte, sendo que a nível federal tanto a ameaça de inspeção como a ameaça de aplicar uma sanção significativamente induzem um melhor desempenho ambiental. Além disso, a real aplicação de sanções em nível estadual e federal, também induz a um melhor desempenho ambiental das firmas.

Anton et al (2004) estudam a influência de incentivos de mercado sobre a adoção voluntária de sistemas de gestão ambiental, como o padrão ISO 14000, e o efeito destes sobre o desempenho ambiental das empresas. Usando dados das 500 firmas listadas na *Standard & Poors* (maiores empresas americanas de capital aberto), para os anos de 1994 e 1995, os autores objetivam, primeiramente, examinar os fatores que determinam a adoção de práticas de gestão ambiental pelas empresas e, em segundo lugar, estabelecer a abrangência do impacto que esses sistemas têm sobre a intensidade de emissões de poluentes tóxicos do ar. Os resultados das regressões quantílicas mostram que as pressões de consumidores e investidores, juntamente com a possibilidade de punição e a escala passada de emissões, são os determinantes mais importantes para a adoção de estratégias de gestão ambiental. Além disso, estas práticas têm impacto negativo significativo sobre a intensidade de emissões tóxicas, principalmente entre firmas onde as emissões passadas excedem a média. Os autores também concluem que os fatores que determinam a pró-atividade das firmas não afetam diretamente a quantidade de emissões tóxicas, mas reduzem emissões indiretamente, através de mudanças institucionais no modo de operação das empresas.

Stafford (2002, 2003) examina os impactos do aumento das penalidades e do gasto do governo com meio ambiente para a disposição ilegal de resíduos perigosos. Em 1991 a agência de proteção ambiental americana revisou suas políticas de punição para este tipo de resíduos. Tomando esta mudança na legislação como base e usando dados de firmas americanas para o período 1986 - 1995, a autora procura responder se o aumento na penalidade esperada e nos gastos do governo afetaram o cumprimento das normas pelas firmas. As variáveis explanatórias englobam aspectos como a natureza e a quantidade de resíduos perigosos produzidos, características da firma, características estaduais e *dummies* para os anos de transição e pós-mudança na legislação. Os resultados dos trabalhos são consistentes com o modelo de Becker (1968), já que o aumento nas penalidades e nos gastos do governo levaram a diminuição das violações, ou seja, a política revisada teve o efeito desejado ao elevar o número de empresas em cumprimento com a legislação de resíduos perigosos.

Afsah et al (1996) discute um modelo com múltiplos agentes, onde o papel do governo como regulador seria complementado pela comunidade e o mercado como monitoradores do crime ambiental. Assim, o desempenho ambiental dos agentes poluidores seria influenciado, por exemplo, por grupos vizinhos a uma firma ou por seus consumidores. Comunidades mais ricas, bem-educadas e organizadas têm muitas maneiras de garantir o cumprimento das normas ambientais. Onde a regulação formal está presente, as comunidades utilizam o processo político para influenciar o rigor no cumprimento da lei. Onde o papel do governo é ineficiente ou ausente, a “regulação informal” é implementada por grupos comunitários e ONGs. Segundo Afsah et al (1996, pg. 6) “em países tão distintos quanto China, Brasil, Indonésia e os Estados Unidos, muita da variação no desempenho ambiental das fábricas é explicado por variações inter-comunidades na renda, educação e poder de barganha”. Os autores citam que evidências recentes, tanto para os países da OCDE como países em desenvolvimento, têm mostrado que a reputação ambiental das firmas importa e que os lucros e custos destas firmas são afetados pelo julgamento de consumidores, acionistas e fornecedores.

Em artigos anteriores, o foco de estudo estava nos mecanismos de monitoramento e punição disponíveis para as agências regulatórias. Magat e Viscusi (1990) e Laplante e Rilstone (1996) investigaram o impacto de inspeções e a ameaça de inspeções, respectivamente, para as taxas de adequação às normas de poluição da água e emissões de resíduos na indústria de papel americana e canadense. Gray e Deily (1996) estenderam a análise incluindo sanções não-monetárias para as taxas de cumprimento da legislação de poluição do ar na indústria de aço dos Estados Unidos. Nadeau (1997) conclui que as atividades de monitoramento e aplicação da legislação reduzem o tempo em que as firmas estão em desacordo com os parâmetros de poluição do ar na indústria de papel americana. Helland (1998) analisa a indústria de papel americana com respeito a regulação de poluição da água e conclui que as inspeções não afetam as taxas de cumprimento da legislação. Dasgupta, Hettige e Wheeler (2000) estudam o impacto das características da firma, mercados, regulação formal e informal (pressão da comunidade) sobre o controle da poluição para fábricas mexicanas.

Em relação às evidências empíricas para o caso do Brasil, dois trabalhos se destacam. Ferraz e Seroa da Motta (2002) estudaram os impactos da regulação formal e informal sobre a decisão de investimento ambiental em indústrias do estado de São Paulo. O segundo, publicado por Seroa da Motta (2006), analisa os determinantes do desempenho ambiental de empresas brasileiras em relação às características da firma, às demandas das comunidades e aos incentivos de mercado.

O primeiro utiliza dados da pesquisa da atividade econômica de São Paulo (PAEP) em conjunto com dados municipais de regulação, economia política e condições socioeconômicas, para explicar a probabilidade das unidades locais da indústria realizarem investimentos ambientais no ano de 1996. Dada a característica dicotômica da variável investimento ambiental, é estimado um modelo *probit* para explicar os determinantes dessa variável. A variável dependente é definida como valor um se a empresa realizou algum tipo de investimento em substituição de insumos contaminantes, na reutilização e tratamento de resíduos ou no processo de produção da firma visando reduzir emissões. Entre as variáveis explicativas estão características da firma – tamanho, origem do capital, proporção de exportações, idade, setor em que a empresa está inserida (verde ou marrom), multas e advertências recebidas; e características da comunidade – número de postos da CETESB, número de ONGs ambientais, proporção de votos para candidatos do partido verde, níveis de escolaridade e renda, entre outras. Os autores concluem que plantas com um maior número de trabalhadores têm uma maior probabilidade de fazer investimento ambiental, assim como empresas mais antigas e empresas com capital estrangeiro. Comprovando a tese de que firmas

que exportam se beneficiam com algum tipo de diferenciação do produto “verde”, plantas com maior proporção de exportação sobre vendas têm uma maior probabilidade de fazer investimento ambiental. Igualmente, os setores considerados mais poluentes têm uma maior probabilidade de realizar investimentos ambientais. O número de advertências recebidas pela firma é significativo no modelo enquanto que os fatores associados com regulação informal (votos, número de ONGs e renda) não se mostram significativos para explicar a decisão de investimento da firma (Ferraz e Seroa da Motta, 2002). Os autores argumentam que estes fatores explicaram de forma significativa a quantidade de advertências recebidas pela firma, sugerindo que para o caso brasileiro a organização local e pressão da comunidade têm impacto indireto sobre a firma, através de reclamações aos órgãos reguladores. Outra explicação para o fato da regulação informal não ter efeitos diretos sobre a decisão de investimento da firma está na eficiência da agência regulatória no estado de São Paulo.

Seroa da Motta (2006) complementa o artigo anterior analisando o papel de incentivos de mercado adicionais, tais como as reduções de custos geradas pelo controle ambiental e instrumentos de crédito governamentais relacionados ao cumprimento das normas ambientais. Como *proxy* para o nível de controle ambiental o autor utiliza um indicador das práticas ambientais adotadas pela firma, que engloba o número de ações tomadas e a frequência das mesmas entre todas as firmas. Como variáveis explicativas, além das comuns ao estudo anterior, são utilizadas: acesso a crédito subsidiado, presença de ISO 14000 e variáveis *dummy* para a motivação em adotar práticas ambientais, relacionadas à diminuição dos custos de produção, aumento de competitividade nas exportações e melhoramentos na qualidade dos produtos. Os dados provem da Pesquisa de Gestão Ambiental no Brasil para o ano de 1997, publicados pela CNI (1998), para 325 grandes e médias empresas. Os resultados encontrados confirmam a análise em Ferraz e Seroa da Motta (2002) e mostram que os incentivos de mercado adicionais têm um papel crucial sobre a decisão da firma quanto ao nível de controle ambiental. Apesar da sabedoria convencional afirmar que as políticas de regulação são fracas no Brasil, Seroa da Motta (2006) demonstra que a gestão ambiental das empresas é altamente afetada pelo nível das sanções e que existe clara motivação para evitar tais punições. Assim, o resultado mais consistente do trabalho é que as demandas dos reguladores se constituem no principal determinante da adoção de práticas ambientais. Além disso, os requerimentos ambientais feitos pelo governo para concessão de crédito subsidiado têm criado incentivos para a melhoria do controle ambiental das empresas (Seroa da Motta, 2006).

3 Referencial Teórico e Modelo

A visão tradicional de direito e economia, originada em Becker (1968), Stigler (1970) e Posner (1997), assume que a atitude criminosa decorre de uma análise racional dos custos e dos benefícios envolvidos com o crime, comparados com o retorno em dedicar tempo e recursos em atividades legais³. Russell, Harrington & Vaughan (1986) aplicaram esta estrutura ao controle da poluição, de modo que uma firma é interpretada como um agente econômico racional que decide violar os padrões ambientais quando a utilidade esperada da violação excede as punições esperadas (ou custos esperados) pela firma. Então, por exemplo, uma firma, ao decidir se despeja em um rio dejetos proibidos por lei, pondera os ganhos da infração (não arcar com o custo de reciclagem ou de disposição correta), com a probabilidade de ser descoberta, o valor da multa e as demais sanções que sofrerá. Além disso, a firma pode incorrer em custos indiretos se descoberta, tais como má publicidade ou relações desgastadas com o regulador (autoridade ambiental).

³ Para mais detalhes desta literatura ver Polinsky & Shavell (2000).

Assim, cometer um crime é uma variável de escolha que é influenciada pelos benefícios, que são conhecidos pela firma, e pelos custos esperados, que são parcialmente incertos, uma vez que tanto a probabilidade quanto a magnitude de uma sanção são desconhecidos pela firma. Entretanto, as firmas podem reduzir esta incerteza observando o comportamento e as ações do regulador, alterando suas expectativas quanto à possibilidade de serem descobertas e punidas (Shimshack & Ward, 2005). A história do regulador em aplicar e garantir a lei é a principal fonte de informação para as firmas. Então, a firma observa a história do regulador em aplicar sanções sobre ela e sobre suas vizinhas. Quando a firma percebe que a autoridade ambiental faz cumprir a lei, isto é, aplica multas e demais sanções sobre ela e em firmas da mesma região ou localidade, ela ajusta para cima suas expectativas quanto à probabilidade dela ser descoberta e punida (Shimshack & Ward, 2005; Sah, 1991).

Além da regulação formal, os agentes privados também podem atuar sobre a probabilidade de condenação, através do monitoramento, e sobre as sanções aplicadas, através das perdas de reputação e má publicidade, como exposto acima (Cohen, 2000; Almer & Goeschl, 2010). Afsah et al (1996), por exemplo, discutem um modelo com múltiplos agentes, onde o papel do governo como autoridade ambiental é complementado pela comunidade e pelo mercado como monitoradores. Assim, a decisão da firma em violar os padrões ambientais pode ser influenciada também por seus consumidores, pelos habitantes vizinhos a firma, por ONGs ambientais e demais grupos sociais defensores do meio ambiente.

2.1 O Modelo de Becker para a Oferta de Crimes

Considere uma função que relaciona o número de ofensas de um agente à probabilidade de detenção, à punição se condenado, e outras variáveis, tais como renda disponível em atividades legais ou ilegais, o desejo de cometer crimes, etc. A relação pode ser representada por:

$$O_j = O_j(p_j, f_j, u_j) \quad (01)$$

onde O_j é o número de ofensas que o indivíduo j pode cometer durante um determinado período, p_j é a probabilidade de condenação por ofensa, f_j é a punição por ofensa, e u_j contém todas as demais variáveis que influenciam a decisão do criminoso. Cabe lembrar que as distribuições de p_j e f_j dependem do juiz, júri, promotor, etc., em que o indivíduo j depara-se. Já a distribuição de u_j depende das probabilidades de condenação e das punições de atividades ilegais concorrentes. Assim, há possibilidade de substituição entre os tipos de ofensas.

Como somente os ofensores condenados são de fato punidos, existe “discriminação de preço” e incerteza: se condenado, paga f_j pela ofensa, com $f_j > 0$, caso contrário, não paga pelo crime ($f_j = 0$). Um aumento em p_j ou f_j reduz a utilidade esperada de uma ofensa e, portanto, tende a reduzir o número de ofensas devido à probabilidade de “pagar” um maior “preço”, ou o “preço” por si mesmo aumentaria. Ou seja:

$$O_{p_j} = \frac{\partial O_j}{\partial p_j} < 0$$

e,

$$O_{f_j} = \frac{\partial O_j}{\partial f_j} < 0$$

(02)

Com relação aos efeitos de u_j , temos, por exemplo, que um aumento na renda de atividades legais aumentaria o custo de oportunidade do crime, implicando em um número de ofensas menor. Uma mudança na forma da punição, por exemplo, de uma multa para encarceramento, também tenderia a reduzir o número de infrações.

Este arcabouço teórico apresenta uma interpretação interessante quanto ao pressuposto de que um aumento na probabilidade de condenação tem efeito maior do que uma elevação na intensidade da punição sobre o número de ofensas. Conforme Becker (1968, pg. 178) “a convencional generalização de que os ofensores são mais desencorajados pela probabilidade de condenação do que pela punição quando condenado implica que os ofensores têm preferências pelo risco, pelo menos na região de punição relevante”.

A utilidade esperada por cometer uma ofensa pode ser definida como:

$$EU_j = p_j U_j(Y_j - f_j) + (1 - p_j) U_j(Y_j) \quad (03)$$

onde Y_j é a renda monetária ou ganho monetário psicológico (monetary plus psychic) provenientes da ofensa, U_j é a função utilidade, p_j é a probabilidade de condenação, e f_j é o valor monetário da punição. Então, pressupondo utilidade marginal positiva com a renda:

$$\frac{\partial EU_j}{\partial p_j} = U_j(Y_j - f_j) - U_j(Y_j) < 0$$

e, (04)

$$\frac{\partial EU_j}{\partial f_j} = -p_j U_j'(Y_j - f_j) < 0$$

Ou seja, um aumento em p_j “compensado” por igual redução percentual em f_j não modificaria a renda esperada da ofensa, $EY_j = p_j(Y_j - f_j) + (1 - p_j)Y_j = Y_j - p_j f_j$. Entretanto, a utilidade esperada poderia se modificar devido à alteração do risco. Assim, uma elevação de p_j representaria uma redução no número de ofensas devido à redução da utilidade esperada advinda da execução do ato criminoso. Essa redução seria mais do que proporcional a uma equivalente elevação percentual em f_j se o indivíduo for propenso ao risco. O incremento em f_j teria um maior efeito sobre o número de ofensas se o indivíduo tivesse aversão ao risco; e teria o mesmo efeito se o indivíduo fosse neutro ao risco.

A oferta total de ofensas (O) é a soma de todas as ofertas individuais (O_j) e depende do conjunto de p_j , u_j e f_j . Apesar de essas variáveis diferirem bastante entre os agentes, para simplificar, consideramos os valores médios, p , f e u . Então, a função de mercado de ofensas (crimes) pode ser escrita como:

$$O = O(p, f, u) \quad (05)$$

Neste trabalho queremos testar o papel do regulador sobre a oferta de crimes contra o meio ambiente através do aumento da probabilidade de condenação (p) e do valor da punição (f). A idéia é que a autoridade ambiental (no caso, o IBAMA), ao aplicar multas, gera um efeito impeditivo tanto sobre a firma multada quanto sobre as firmas vizinhas (afetando p). Isto é, a reputação do regulador tem um efeito específico para a firma multada e um efeito *spillover* sobre as vizinhas. Quanto mais multas ou quanto maior a magnitude destas (alterando f), tanto maior será o efeito impeditivo não só sobre a firma multada, mas também sobre as firmas ao redor que observam o comportamento do regulador. Como não possuímos

dados em nível das plantas (firmas), utilizamos dados agregados a nível estadual, onde a reputação do regulador tem um efeito sobre o estado (efeito específico) e um efeito *spillover* sobre os estados vizinhos. Além disso, vimos que agentes privados, tais como ONGs, ajudam a monitorar e a delatar firmas (aumentando *p*) e que as firmas podem sofrer custos indiretos se forem descobertas, na forma de má reputação, estigma moral, entre outros (afetando *f*). Assim, incluímos na análise variáveis que captam o papel dos agentes privados no monitoramento (ONGs ambientais) e nas sanções informais (consciência ambiental da população).

4 Dados

A fonte de dados primária deste artigo compreende a quantidade de autos de infração registrados pelo IBAMA e os valores das respectivas multas aplicadas para os anos de 2000 a 2011 em nível estadual. Na base, estão registrados autos de infração de diversos tipos (categorias), incluindo crimes contra a flora, fauna, ecossistema, controle ambiental, cadastro técnico federal, entre outros. Os dados foram obtidos junto ao Ministério do Meio Ambiente (MMA) através do Sistema Eletrônico do Serviço de Informação ao Cidadão (e-SIC). O e-SIC permite que qualquer pessoa, física ou jurídica, encaminhe pedidos de acesso a informação para órgãos e entidades do Poder Executivo Federal. Destacamos que esta base de dados, específica de crimes ambientais para os estados brasileiros, jamais foi utilizada para pesquisas no campo da economia ambiental e da economia do crime. Assim, as análises empregadas com estes dados constituem-se em uma novidade para a análise do crime ambiental no Brasil.

Neste trabalho empregamos como variável dependente de crime ambiental o número de autos de infração contra a flora. Como o IBAMA registra as infrações em diferentes categorias, sabemos que os autos de infração contra a flora registram somente crimes específicos, tais como desmatamento ilegal, comércio de madeira não certificada ou construções em área de preservação permanente, e não crimes “administrativos”, como problemas com o cadastro técnico federal ou licenciamento ambiental. A escolha desta variável, em detrimento das demais formas de crime ambiental, ocorreu pela representatividade deste tipo de infração, uma vez que a média de crimes contra a flora nos estados brasileiros é muito maior do que a média para as demais categorias (em média 468 autos de infração para a flora contra 199 autos de infração para a fauna, a segunda principal categoria).

A principal variável explicativa empregada neste trabalho consiste no valor (magnitude) das multas lavradas pelo IBAMA. Esta variável também está presente na base disponibilizada pelo MMA. A magnitude das multas é uma variável importante para a decisão de observância da lei ambiental, já que o valor monetário de uma sanção entra diretamente na função de custo esperado de uma violação ambiental. Seguindo o procedimento adotado por outros autores (tais como Shimshack & Ward, 2005, 2008, entre outros), utilizamos o valor defasado das multas em 1 (um) e 2 (dois) anos para cada estado. Nossa estratégia empírica é, portanto, ligar as multas ao comportamento subsequente de observância da lei ambiental por parte dos agentes econômicos. Em conformidade com nosso modelo teórico, dividimos os efeitos de uma multa em duas partes: um efeito específico para cada estado, englobando multas defasadas em um e dois períodos (*Multas*); e um efeito global, isto é, o efeito *spillover* dos estados vizinhos, que corresponde à soma das multas lavradas nos estados vizinhos ao estado analisado, defasadas em um ano (*Multas Vizinhos*).

Para complementar a análise da regulação formal (o papel da autoridade ambiental) no combate aos crimes ambientais empregamos também o gasto com controle ambiental feito por cada estado (*Gasto Controle*). Esta variável está discriminada na Execução Orçamentária dos

Estados⁴ e refere-se ao gasto que cada estado dirige para o combate e prevenção de infrações ambientais (dentro da função Gestão Ambiental). Esta variável de gasto é sugerida por Stafford (2002, 2003) como parte do esforço do governo em impedir infrações ambientais, uma vez que ela atua diretamente sobre a probabilidade de detecção de um crime contra o meio ambiente. Como o gasto com controle ambiental pode estar diretamente relacionado ao número de autos de infração, empregamos os valores de gasto estadual defasados em 1 (um) período. O uso desta variável defasada é coerente com os demais estudos recentes na área de crime ambiental.

Aqui cabe uma pequena nota quanto ao problema da causalidade reversa. Segundo Gray & Shimshack (2011) para tratar as complicações associadas à causalidade reversa os estudos recentes examinam as relações entre o desempenho ambiental atual das firmas e valores defasados de monitoramento e de aplicação da legislação, em vez de relações entre o desempenho ambiental atual e os valores atuais das sanções. Enquanto é provável que o descumprimento atual da legislação induza as ações tomadas pelo regulador hoje e no futuro próximo (esforço despendido para descobrir e coibir infrações), não parece plausível supor que as infrações atuais afetam as ações tomadas pelo regulador no passado. Além de resolver este problema, o uso de variáveis defasadas é adequado para representar a história do regulador em descobrir infrações e aplicar sanções que constitui-se na principal fonte de informações para a formulação de expectativas das firmas. Nosso pressuposto básico é que as firmas aprendem sobre a probabilidade e a magnitude das sanções observando o comportamento recente do regulador tanto sobre elas, como sobre outras firmas.

Outro problema importante que pode surgir na análise é o viés de variável omitida. Este problema ocorre quando fatores não incluídos no modelo influenciam simultaneamente o número de violações e a atividade da autoridade ambiental. Por exemplo, comunidades sensíveis às questões ambientais podem pressionar o regulador a aumentar o monitoramento e a elevar o nível das sanções e podem, ao mesmo tempo, exigir que as empresas adotem processos de produção mais limpos (Gray & Shimshack, 2011). Para minimizar este problema diversos estudos incluem variáveis socioeconômicas para representar o papel das comunidades (por exemplo, Almer & Goeschl, 2010; Anton et al, 2004 e Earnhart, 2004). Em nossa análise nós incluímos o Produto Interno Bruto *per capita* de cada estado (*PIB pc*) e seu termo quadrado⁵ (*PIB pc²*), a presença de ONGs ambientais atuando no estado e em estados vizinhos⁶ (*ONGs*) e uma variável para consciência ambiental da população (dada pelo percentual de votos no partido verde nas três últimas eleições para deputado federal⁷ para cada estado).

Quanto ao uso das variáveis *PIB pc* e *PIB pc²* estas cumprem duas funções. Em primeiro lugar, aumentos de renda refletem aumentos na produção, indicando que pode haver maior incidência de poluição, degradação e desmatamento. Entretanto, conforme a sociedade enriquece ocorre substituição da produção, de indústrias sujas para limpas, assim como avanços tecnológicos redutores da degradação ambiental, o que pode reduzir a incidência de crimes ambientais. Esta hipótese é expressa pela literatura da Curva de Kuznets Ambiental (CKA), originada em Grossman & Krueger (1995). Em segundo lugar, a variável *PIB pc* pode ser utilizada como *proxy* para o retorno da atividade ilegal. A idéia é que um aumento na renda do crime implica em maior probabilidade do agente engajar-se na atividade criminal (EHRlich, 1973), que pode apresentar retornos decrescentes de escala. Além de tais

⁴ Disponível no site do Ministério da Fazenda / Secretaria do Tesouro Nacional, para os anos de 2004 a 2010.

⁵ Disponível no Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), até 2009.

⁶ Disponível no Cadastro Nacional de Entidades Ambientalistas do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA /MMA), para todo o período analisado.

⁷ Disponível no Tribunal Superior Eleitoral (TSE) para as eleições de 1998, 2002 e 2006.

funções, O *PIB pc* reflete outros fatores associados às comunidades, tais como o nível educacional, taxa de pobreza e indicadores de saúde.

A utilização da variável *ONGs* reflete o papel dos agentes privados no monitoramento das firmas. Além disso, as ONGs atuam como reveladoras de informação do comportamento das firmas para o restante da sociedade (perdas de reputação e má publicidade), isto é, as ONGs relatam violações dos padrões ambientais para a sociedade através da mídia (Uhr, Ziero-Uhr & Mueller, 2012). Na nossa análise usamos ONGs atuando no estado e em estados vizinhos já que o estabelecimento de parcerias e projetos é comum entre as entidades ambientalistas, isto é, as ONGs possuem uma característica de grupo na medida em que buscam fortalecer umas às outras⁸ (Uhr, Ziero-Uhr & Mueller, 2012).

Seguindo os trabalhos de Almar & Goelsch (2010) e Seroa da Motta (2006) incluímos a variável *Consciência Ambiental*, que reflete a sensibilidade da população do estado quanto às questões ambientais e a preferência por um meio ambiente sustentável, além de ser uma *proxy* para a pressão que os consumidores exercem sobre as firmas (Anton et al, 2004). Tanto a variável de *Consciência Ambiental* quanto a variável *ONGs* procuram medir o papel dos agentes privados no combate e controle a crimes ambientais.

A tabela 1 resume as variáveis explicativas utilizadas e a tabela 2 apresenta as estatísticas descritivas.

Tabela 1 – Variáveis explicativas

Variáveis Explicativas	Descrição	Sinal Esperado
<i>Multas</i>	Multas aplicadas no estado (magnitude) em $t - 1$ e $t - 2$	Negativo
<i>Multas Vizinhos</i>	Multas aplicadas em estados vizinhos (magnitude) em $t - 1$	Negativo
<i>Gasto Controle</i>	Gasto estadual com controle ambiental em $t - 1$	Negativo
<i>PIB pc</i>	Renda per capita do estado	Positivo
<i>PIB pc²</i>	Renda per capita do estado ao quadrado	Negativo
<i>ONGs</i>	Número de ONGs ambientais atuando no estado e em estados vizinhos	Negativo
<i>Consciência Ambiental</i>	Razão entre votos para deputados federais do partido verde e total de eleitores	Negativo

Fonte: Elaborada pelos autores.

⁸ Para mais informações sobre a atuação das ONGs ambientais no Brasil ver a publicação Análise de Gestão Ambiental 2010/2011, disponível em <http://www.analise.com/index.php/site/publicacoes/exibe/3/analise-gestao-ambiental>.

Tabela 2 – Estatísticas descritivas

Variáveis	Observações	Média	Desvio-padrão
<i>Autos de Infração</i>	324	468,32	703,91
<i>Multas</i>	324	R\$ 32.500.000	R\$ 94.100.000
<i>Multas Vizinhos</i>	324	R\$ 175.000.000	R\$ 261.000.000
<i>Gasto Controle</i>	189	R\$ 8.838.457,00	R\$ 26.800.000
<i>PIB PC</i>	270	R\$ 6.156,71	R\$ 3.856,25
<i>ONGs</i>	324	93,27	75,18
<i>Consciência Ambiental</i>	268	0,0088636	0,0126748

Fonte: Elaborada pelos autores utilizando o software Stata.

5 Modelo Econométrico

O modelo básico que desejamos estimar é:

$$y_{it} = \mathbf{X}'_{it}\boldsymbol{\beta} + c_i + \varepsilon_{it} \quad (06)$$

onde i indexa a unidade de variação ($i = 1, \dots, 27$), isto é, os estados brasileiros, e t indexa a unidade de tempo ($t = 2000, \dots, 2011$); y_{it} é o logaritmo natural da oferta de crimes ambientais (autos de infração para a flora), o vetor \mathbf{X}_{it} contém as variáveis explicativas discutidas anteriormente e a constante, todas em logaritmo natural, e $\boldsymbol{\beta}$ representa os parâmetros a serem estimados (efeitos parciais), c_i representa a heterogeneidade estadual, ou seja, contém as características específicas do estado i , por fim, ε_{it} é o termo do erro.

Dada a dimensão temporal e espacial da nossa amostra, a análise com técnicas de dados em painel é indicada. Como os dados em painel se relacionam a indivíduos, empresas, estados, etc., tende a haver muita heterogeneidade nessas unidades que não é observada explicitamente. Uma variável não-observada e constante no tempo é chamada de efeito não-observado ou heterogeneidade individual (o termo c_i da equação de regressão). Esta variável captura características dos estados que não mudam no tempo como, por exemplo, características culturais ou geográficas. A motivação primária para usar dados de painel é resolver o problema da heterogeneidade individual, que é tratada como uma variável aleatória e não um parâmetro a ser estimado. É possível que c_i esteja arbitrariamente correlacionada com as demais variáveis explanatórias no nosso modelo, uma vez que essas características não-observadas podem afetar o esforço da autoridade ambiental para descobrir violações e aplicar multas, além de afetar as preferências da população quanto ao meio ambiente (influenciando a presença de ONGs ambientais e os votos no Partido Verde). Neste caso, o método de Efeitos Fixos (FE) permite estimar os efeitos parciais consistentemente⁹. O ponto central da metodologia de Efeitos Fixos é transformar as equações (no nosso caso utilizamos a transformação *within*) para eliminar a heterogeneidade individual.

O objetivo principal da análise empírica é testar o papel do regulador sobre a oferta de crimes contra o meio ambiente (representado pelas variáveis *Multas*, *Multas Vizinhos*, *Gasto Controle*). As variáveis explicativas mais importantes são as multas aplicadas em cada estado, defasadas para um (1) e dois (2) anos, e as multas aplicadas sobre os estados vizinhos, defasadas em um (1) ano. Estas variáveis captam o efeito específico e o efeito *spillover* da reputação do regulador. Para complementar a análise empírica, testamos também se os agentes privados atuam na coibição dos crimes ambientais (representado pelas variáveis *ONGs* e *Consciência Ambiental*)

⁹ Em comparação ao método de Efeitos Aleatórios (RE), que assume que c_i é não correlacionado a \mathbf{X}_{it} .

6 Resultados

Nesta seção nós apresentamos e discutimos os resultados do nosso modelo econométrico, resumido nas tabelas 3 e 4. Na tabela 3 estimamos o modelo utilizando a técnica de Mínimos Quadrados Ordinários Empilhados (POLS), servindo apenas como base de comparação para a tabela 4, que apresenta os resultados do modelo que utiliza Efeitos Fixos. Em ambos métodos, os erros padrões são robustos à heteroscedasticidade e apresentamos três regressões distintas: a primeira focando no papel do regulador, a segunda inclui as variáveis de Produto Interno *per capita* como controles (*PIB pc* e *PIB pc²*) e a terceira apresenta o modelo completo, onde as variáveis que representam os agente privados estão presentes. Vejamos os dois métodos em detalhes.

Uma das maneiras mais simples de estimar o modelo proposto na seção anterior é simplesmente empilhar as observações para cada estado e aplicar o método de Mínimos Quadrados Ordinários (POLS). Neste caso, o efeito individual de cada estado não é levado em consideração. O problema com este método é que, dada a presença da heterogeneidade não-observada, os erros são serialmente correlacionados, tornando o método ineficiente. Além disso, como c_i pode estar correlacionado às variáveis explicativas, os coeficientes estimados podem não ser consistentes. Então, os resultados da tabela 3 devem ser tomados com cautela, uma vez que o método empregado é bastante ingênuo. Vemos que, apesar das multas no estado serem significativas a 1% (para ambas defasagens), os sinais dos coeficientes são contrários ao postulado no modelo teórico. As demais variáveis apresentam sinais condizentes com as hipóteses teóricas, com exceção da variável *ONGs* que apresenta sinal positivo. O gasto de cada estado com controle ambiental não se mostra significativo em nenhum dos três modelos, assim como as *ONGs* ambientais. Os três modelos são significativos conjuntamente (teste F) e apresentam R^2 elevados. Como dito anteriormente, devemos ter cuidado com estes resultados devido à existência do componente não-observado e sua correlação com as variáveis explicativas.

Tabela 3 – Resultados utilizando a técnica de Mínimos Quadrados Empilhados

Variáveis Independentes	POLS (1)	POLS (2)	POLS (3)
<i>Multas</i> _{<i>t</i>-1}	0,2925166*** (0,0707541)	0,1804165*** (0,0590728)	0,1920865*** (0,0594537)
<i>Multas</i> _{<i>t</i>-2}	0,1625652*** (0,0606069)	0,2629277*** (0,0569079)	0,262691*** (0,0583244)
<i>Multas Vizinhos</i> _{<i>t</i>-1}	-0,0701316 (0,0459121)	-0,0814797* (0,0463483)	-0,0879234* (0,0461384)
<i>Gasto Controle</i> _{<i>t</i>-1}	-0,0459242 (0,0296784)	-0,0136174 (0,0281437)	-0,0205642 (0,0306355)
<i>PIB pc</i>	-	7,497975** (3,677372)	7,567464** (3,766841)
<i>PIB pc²</i>	-	-0,4557682** (0,2088815)	-0,4610655** (0,2148835)
<i>ONGs</i>	-	-	0,1118343 (0,1000457)
<i>Consciência Ambiental</i>	-	-	-0,0876496 (0,0644052)
<i>Constante</i>	0,2740614 (0,774556)	-30,1977* (15,90026)	-31,30599* (16,28594)
R^2	0,5293	0,6055	0,6203
Teste F	59,76***	42,84***	31,71***
Observações	172	123	121

Os valores entre parênteses são os erros padrões das variáveis. Regressões robustas a heteroscedasticidade. O nível de significância estatística é dado por: *=10%, **=5% e ***=1%.
Fonte: Elaborada pelos autores utilizando o software Stata.

Controlando a heterogeneidade estadual através do método de Efeitos Fixos (FE) obtemos resultados empíricos que são mais condizentes ao modelo teórico de crime. A primeira diferença visível, em relação ao método POLS, é que os sinais dos coeficientes das variáveis *Multas* e *Multas Vizinhos* são negativos e significativos (com exceção do sinal da variável *Multas*_{*t*-1}, que é positivo e não significativo na primeira estimação), reforçando a hipótese de que a reputação do regulador é um fator importante para reduzir violações ambientais. Além disso, todos os sinais das demais variáveis são condizentes com a literatura e se mantêm nos três modelos. Outro ponto importante se refere à magnitude dos coeficientes, que se alterou bastante em relação à estimação POLS, o que já era esperado dado o problema da inconsistência neste método. Analisando a terceira regressão do método FE, vemos que apenas o gasto com controle e a presença de ONGs ambientais não são significativos, assim como no modelo POLS. Além disso, o teste de Hausman mostra que o efeito não-observado (heterogeneidade estadual) está correlacionado às variáveis explicativas nos três modelos estimados, confirmando que o método de Efeitos Fixos é o mais indicado.

Tabela 4 – Resultados utilizando a técnica de Efeitos Fixos

Variáveis Independentes	FE (1)	FE (2)	FE (3)
<i>Multas</i> _{<i>t</i>-1}	0,0457567 (9,611404)	-0,1020953* (0,0522796)	-0,0936447* (0,0547529)
<i>Multas</i> _{<i>t</i>-2}	-0,0611697* (0,0328684)	-0,1118347** (0,0492114)	-0,1140202** (0,0488282)
<i>Multas Vizinhos</i> _{<i>t</i>-1}	-0,1712375*** (0,0469639)	-0,1907723*** (0,0366383)	-0,1722943*** (0,0358006)
<i>Gasto Controle</i> _{<i>t</i>-1}	-0,0626194 (0,0472179)	-0,0271174 (0,0241995)	-0,023054 (0,0249781)
<i>PIB pc</i>	-	44,31899** (17,56261)	40,83455** (16,06347)
<i>PIB pc</i> ²	-	-2,613628** (1,005976)	-2,378546** (0,916098)
<i>ONGs</i>	-	-	-1,148657 (1,510008)
<i>Consciência Ambiental</i>	-	-	-0,0849929* (0,048621)
<i>Constante</i>	9,611404*** (1,725609)	-174,4153** (75,86755)	-157,6781** (70,45487)
R ²	0,1083	0,3970	0,4158
Teste F	6,97***	10,84***	8,17***
Teste de Hausman	65,83***	223,99***	162,74***
Observações	172	123	121

Os valores entre parênteses são os erros padrões das variáveis. Regressões robustas a heterocedasticidade. O nível de significância estatística é dado por: *=10%, **=5% e ***=1%.
Fonte: Elaborada pelos autores utilizando o software Stata.

Pelos coeficientes das variáveis *Multas*_{*t*-1} e *Multas*_{*t*-2}, no modelo FE (3), vemos que um aumento de 1% no valor das multas aplicadas dentro do estado reduz em 0,09% e 0,11% a incidência de autos de infração, respectivamente. Para *Multas Vizinhos*_{*t*-1}, este impacto é de 0,17%. Estas variáveis captam o efeito específico e o efeito *spillover* da reputação do regulador. Para o ano subsequente a aplicação das multas (*t* – 1) o efeito total da reputação do regulador (aumento de 1% no valor das multas aplicadas no estado e em estados vizinhos) gera uma redução de aproximadamente 0,27% na incidência de crimes ambientais. Estes resultados são importantes porque demonstram que uma multa aplicada em um estado aumenta a credibilidade da autoridade ambiental no estado e em todos os vizinhos, amplificando o impacto da multa. Assim, considerar somente as sanções aplicadas dentro do próprio estado pode subestimar o efeito que as multas têm sobre a ocorrência de infrações.

Outros resultados importantes se referem à variável *Consciência Ambiental*, que apresenta sinal negativo e é significativa a 10%, e às variáveis *PIB_{pc}* e *PIB_{pc}²*, ambas significativas a 5% e apresentando os sinais esperados. A primeira variável reflete a sensibilidade da população do estado quanto às questões ambientais e mostra que quanto mais forte for a preferência dos cidadãos daquele estado por um meio ambiente limpo, menor será a ocorrência de violações ambientais. Já as variáveis de produção sugerem a hipótese da Curva de Kuznets Ambiental, que mostra que a degradação cresce com o crescimento econômico, porém a taxas decrescentes. Estes resultados sugerem que as estimações que buscam determinar os componentes dos crimes ambientais devem considerar as características socioeconômicas das comunidades em suas análises.

7 Considerações Finais

Nosso objetivo consistiu em testar o papel da regulação no combate a violações ambientais no Brasil. As principais variáveis explicativas referem-se multas lavradas sobre o estado (efeito específico) e sobre estados vizinhos (efeito *spillover*), que refletem a reputação do regulador, isto é, uma multa aplicada sinaliza de forma crível a disposição da autoridade ambiental em aplicar multas em outros estados, amplificando o impacto desse tipo de sanção. Os resultados encontrados demonstram que as multas são significativas para conter o crime ambiental e que o efeito de um aumento no valor das multas aplicadas em um estado e em seus vizinhos gera uma redução no número de autos de infração para o ano subsequente à aplicação da multa. Assim, a conclusão principal deste trabalho é que focar somente no efeito impeditivo específico pode subestimar a eficácia das multas como sanções e como forma de prevenção para violações ambientais futuras.

Além de testar a influência da reputação do regulador sobre a incidência de crimes ambientais, nós incluímos na análise o papel complementar dos agentes privados. Os resultados sugerem que as estimações que buscam determinar os componentes dos crimes ambientais devem considerar as características socioeconômicas das comunidades.

Assim, as análises realizadas geram evidências para a efetividade das multas como forma de regulação formal, sugerindo que as políticas públicas ambientais no Brasil deveriam ser direcionadas para este tipo de sanção. Entretanto, há muito ainda por ser feito para que geremos conclusões finais quanto aos impactos das variáveis. Por exemplo, variáveis quanto às características geográficas e institucionais de cada estado (percentuais de floresta e de área desmatada, taxa de urbanização e número de agentes ou de postos do IBAMA) podem reduzir o viés de variáveis omitidas melhorando os resultados das estimações.

Referências

- AFFSAH, S.; LAPLANTE, B.; WHEELER, D. Controlling industrial pollution: A new paradigm. The World Bank. Policy research working paper 1672, 1996.
- ALMER, C.; GOESCHL, T. Environmental crime and punishment: empirical evidence from the german penal code. *Land Economics*, 86(4), pg. 707-726, 2010.
- ANTON, W. R. Q.; DELTAS, G.; KHANNA, M. Incentives for environmental self-regulation and implications for environmental performance. *Journal of Environmental Economics and Management*, 48, pg. 632-654, 2004.
- BECKER, G. S. Crime and punishment: An economic approach. *The Journal of Political Economy*, 76 (2) pg. 169-217, 1968.

- COHEN, M. A. Empirical Research on the Deterrent Effect of Environmental Monitoring and Enforcement. *The Environmental Law Reporter*, 30, pg. 10245-10252, 2000.
- DASGUPTA, S.; HETTIGE, H.; WHEELER, D. What improves environmental compliance? Evidence from Mexican industry. *Journal of Environmental Economics and Management*, 39, pg. 39-66, 2000.
- EARNHART, D. Regulatory factors shaping environmental performance at publicly-owned treatment plants. *Journal of Environmental Economics and Management*, 48, pg. 655-681, 2004.
- EHRlich, I. Participation in illegitimate activities: A theoretical and empirical investigation. *Journal of Political Economy*, 81(3) pg.526-536, 1973.
- FERRAZ, C.; SEROA DA MOTTA, R. Regulação, mercado ou pressão social? Os determinantes do investimento ambiental na indústria. Texto para discussão 863. IPEA, Rio de Janeiro, 2002.
- GRAY, W.; DEILY, M. Compliance and enforcement: air pollution regulation in the U.S. steel industry. *Journal of Environmental Economics and Management*, 31, pg. 96-111, 1996.
- GRAY, W.; SHIMSHACK, J.P. The Effectiveness of Environmental Monitoring and Enforcement: A Review of the Empirical Evidence. *Review of Environmental Economics and Policy* 5 (1), pg. 3-24, 2011.
- GROSSMAN, G.M., KRUEGER, A.B. Economic growth and the environment. *Quarterly Journal of Economics* 110 (2), pg. 353– 377, 1995.
- HELLAND, E. The enforcement of pollution control laws: inspections, violations, and self-reporting. *Review of Economics and Statistics*, 80, pg. 141-153, 1998.
- LAPLANTE, B.; RILSTONE, P. Environmental inspections and emissions in the pulp and paper industry in Quebec. *Journal of Environmental Economics and Management*, 31, pg. 19-36, 1996.
- MAGAT, W. A.; VISCUSI, W. K. Effectiveness of the EPA's regulatory enforcements: the case of industrial effluent standards. *Journal of Law and Economics*, 30, pg. 331-360, 1990.
- NADEAU, L. W. EPA effectiveness at reducing the duration of plant-level noncompliance. *Journal of Environmental Economics and Management*, 34, pg. 54-78, 1997.
- POLINSKY, A.M.; SHAVELL, S. The economic theory of public enforcement of law. *Journal of Economic Literature*, 38, pg. 45 – 76, 2000.
- POSNER, R. Economic Analysis of Law, Little, Brown, Boston, MA, 1977.
- RUSSELL, C.S.; HARRINGTON, W.; VAUGHAN, W.J. Economic models of monitoring and enforcement: enforcing pollution control laws. Resources for the Future, Washington, DC, 1986.
- SAH, R.K. Social osmosis and patterns of crime. *Journal of Political Economy*, 99, pg. 1272 – 1295, 1991.
- SEROA DA MOTTA, R. Analyzing the environmental performance of the Brazilian industrial sector. *Ecological Economics*, 57, pg. 269-281, 2006.
- SHIMSHACK, J. P.; WARD, M. B. Regulator reputation, enforcement, and environmental compliance. *Journal of Environmental Economics and Management*, 50, pg. 519-540, 2005.
- _____. Enforcement and over-compliance. *Journal of Environmental Economics and Management*, 55, pg. 90-105, 2008.
- STAFFORD, S. L. The effect of punishment on firm compliance with hazardous waste regulation. *Journal of Environmental Economics and Management*, 44, pg. 290-308, 2002.
- _____. Assessing the effectiveness of state regulation and enforcement of hazardous waste. *Journal of Regulatory Economics*, 23, pg.24 – 41, 2003.
- UHR, D. A. P.; ZIERO-UHR, J. G.; MUELLER, B. Como as ONGs ambientais influenciam a política ambiental brasileira? *Revista Brasileira de Economia*, 66 (1), pg. 79- 98, 2012.