



**INSTITUTO BRASILEIRO DE ENSINO, DESENVOLVIMENTO E PESQUISA
MESTRADO PROFISSIONAL EM ECONOMIA, POLÍTICAS PÚBLICAS
E DESENVOLVIMENTO**

**POLÍTICA REGULATÓRIA DE AGROTÓXICOS NO BRASIL: UMA ANÁLISE DOS
EFEITOS DA TAXA DE MANUTENÇÃO DE REGISTRO DE AGROTÓXICOS ENTRE
2009 E 2023**

TIARA CARVALHO MACEDO

Brasília – DF

2024

TIARA CARVALHO MACEDO

**POLÍTICA REGULATÓRIA DE AGROTÓXICOS NO BRASIL: UMA ANÁLISE DOS
EFEITOS DA TAXA DE MANUTENÇÃO DE REGISTRO DE AGROTÓXICOS ENTRE
2009 E 2023**

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Economia, Políticas Públicas e Desenvolvimento no Instituto Brasileiro de Ensino, Desenvolvimento e Pesquisa, como requisito à obtenção do título de Mestre em Economia, Políticas Públicas e Desenvolvimento.

Orientador: Prof. Dr. Guilherme Mendes Resende

Brasília - DF

2024

Tiara Carvalho Macedo

Política Regulatória de Agrotóxicos no Brasil: uma Análise dos Efeitos da Taxa de Manutenção de Registro de Agrotóxicos entre 2009 e 2023

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Economia, Políticas Públicas e Desenvolvimento do IDP (MPE-IDP), como parte dos requisitos à obtenção do título de Mestre em Economia.

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Guilherme Mendes Resende – Professor Orientador
Instituto Brasileiro de Ensino, Desenvolvimento e Pesquisa (IDP)

Profa. Dra. Lilian Santos Marques Severino
Instituto Brasileiro de Ensino, Desenvolvimento e Pesquisa (IDP)

Prof. Dr. Thiago Costa Monteiro Caldeira
Instituto Brasileiro de Ensino, Desenvolvimento e Pesquisa (IDP)

Profa. Dra. Waleska de Fátima Monteiro
Universidade Federal de Goiás (UFG)

Brasília

AGRADECIMENTOS

A realização deste trabalho não teria sido possível sem o apoio, a inspiração e o incentivo de pessoas que estiveram direta ou indiretamente envolvidas. Em primeiro lugar, expresso minha gratidão à minha família, que me conferiu força e conforto em todos os momentos. Ao meu marido, Lucas Nogueira, e aos meus filhos, Guilherme Macedo e Elisa Macedo, que compartilham sonhos, me inspiram e estão sempre ao meu lado. Ao meu pai, Victor Macedo, e à Fernanda Fleming, irmã que a vida me presenteou, pela confiança e por me motivarem a enfrentar com segurança os desafios dessa jornada. Agradeço também ao Ibama, instituição que me inspira profundamente há mais de 15 anos, pelo comprometimento inabalável na busca pela excelência na árdua tarefa de proteção ambiental no Brasil. Sou grata pela oportunidade de aprender com sua resiliência e integridade. Sou grata ainda pelo incentivo conferido por esta autarquia à formação de capacidades institucionais e à investigação científica, valores que sustentaram o desenvolvimento deste trabalho. Minha gratidão a toda a equipe da Coordenação Geral de Avaliação de Substâncias Químicas (CGASQ) da Diretoria de Qualidade Ambiental (DIQUA) do Ibama, cujo apoio foi essencial, em especial para Daniela Borges, Marília Porto, Carlos Tonelli, Jaciara Resende, Regis Oliveira e Mariana Midori, pelo profissionalismo, inspiração e todo o suporte que me foi dado nessa empreitada. Por fim, agradeço ao meu orientador, Guilherme Resende, pela precisão técnica e objetividade no tratamento das questões levantadas e por toda a experiência compartilhada nos últimos meses e ao meu “socorrista de emergências”, Luiz Augusto Magalhães, pela motivação, carisma e humor únicos e pelo auxílio na organização da base no R nos momentos finais. A todos, o meu mais sincero agradecimento. Este trabalho também é fruto da contribuição e do apoio de cada um de vocês. Muito obrigada.

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo a investigação dos fatores regulatórios associados à cobrança da taxa de manutenção de registro de agrotóxicos que influenciam, e em que grau, a decisão de cancelamento do registro desses produtos. Esta investigação decorre do problema regulatório do congestionamento das filas de análise nos órgãos reguladores e da consequente morosidade na entrada de produtos agrotóxicos efetivamente concorrentes no mercado brasileiro. Utilizou-se de um instrumental econométrico para a análise de dados estruturados em painel de um conjunto de variáveis que podem influenciar a decisão de cancelamento do registro pela titular, tendo como variável explicativa de interesse principal o aumento do valor da taxa de manutenção do registro. Foram utilizadas algumas variáveis de controle e variáveis do tipo *dummy* de efeitos anuais. A base de dados é composta por 5.937 produtos cancelados e não cancelados analisados ao longo de 15 anos, abrangendo o período de 2009 e 2023. Para a análise foi utilizado um modelo econométrico do tipo *probit/logit*, que descreve a relação entre uma variável dependente, do tipo binária, que no caso em questão trata-se das ocorrências de cancelamento de registro, e algumas variáveis explicativas. Os resultados demonstram que o aumento do valor da taxa de manutenção de registro de agrotóxicos em 2015 está relacionado a um aumento da probabilidade de cancelamento na faixa de 3,8%. Essa evidência indica que a dosimetria adequada e, sobretudo, que a atualização periódica do valor da taxa de manutenção são fatores determinantes para assegurar que os incentivos gerados pelo instrumento fiscal da política regulatória sejam efetivos na mitigação de comportamentos desviantes que possam criar barreiras à entrada de novos concorrentes. Estimativas baseadas em modelos alternativos, com o uso de variáveis explicativas adicionais, corroboraram esse resultado. Conclui-se que a morosidade na entrada de produtos agrotóxicos efetivamente concorrentes no mercado brasileiro pode ser mitigada a partir da adequada dosimetria e atualização monetária da taxa manutenção do registro desses produtos. A pesquisa traz uma contribuição para avaliações *ex-post* de políticas públicas e de resultado regulatório, uma vez que traz um diagnóstico, sob o prisma estratégico competitivo, da implementação da política de agrotóxicos que vigorou até 2023.

Palavras-chave: agrotóxicos; barreira à entrada; análise *ex-post*; regulação; *probit* e *logit*.

ABSTRACT

This study aims to investigate the regulatory factors associated with the maintenance fee for pesticide registration that influence, and to what extent, the decision to cancel product registrations. This investigation addresses the regulatory problem of persistent backlogs in the registration evaluation processes within regulatory agencies, resulting in delays in the market entry of effectively competitive pesticide products in Brazil. An econometric approach was employed to analyze panel data comprising a set of variables that may influence the decision to cancel a registration by the holder. The primary explanatory variable of interest was the increase in the maintenance fee for registration. Control variables and annual effect dummies were also included. The dataset covered 5,937 products, both canceled and non-canceled ones, analyzed over 15 years, covering the period from 2009 to 2023. A probit/logit econometric model was used for the analysis, describing the relationship between a binary dependent variable—representing occurrences of registration cancellations—and several explanatory variables. The results show that the increase in the pesticide registration maintenance fee in 2015 is associated with an increase in the probability of cancellation by approximately 3.8%. This evidence suggests that proper calibration and, above all, periodic updates to the maintenance fee are key factors in ensuring that the incentives generated by the regulatory policy's fiscal instrument effectively mitigate deviant behaviors that could create barriers to the entry of new competitors. Estimates from alternative models with additional explanatory variables confirmed this finding. The study concludes that the delays in the entry of effectively competing pesticides into the Brazilian market can be mitigated through proper calibration and monetary updates of the pesticide maintenance fee. This research contributes to ex-post evaluations of public policies and regulatory outcomes by providing a diagnosis, from a competitive strategic perspective, of the implementation of pesticide policy in effect until 2023.

Keywords: pesticides; entry barrier; ex-post analysis; regulation; probit and logit.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Número de registros de produtos agrotóxicos concedidos por ano	14
Figura 2: Percentual de produtos registrados não movimentados por ano (dados agregados de produtos com zero produção, importação, exportação e vendas)	15
Figura 3: Percentual de Produtos Técnicos e Produtos Formulados registrados não movimentados por ano (produtos com zero produção, importação, exportação e vendas)	15
Figura 4: Histograma das frequências de cancelamentos em relação ao aumento de 2015	21
Figura 5: Histograma das frequências de cancelamento em relação ao SIAC	21

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Estatísticas descritivas das variáveis utilizadas nos modelos	20
Tabela 2: Matriz de correlação das variáveis	22
Tabela 3: Modelos <i>probit</i> – 1 a 6	26
Tabela 4: Modelos <i>probit</i> – efeitos marginais	28
Tabela A.1: Modelos <i>logit</i> – 1 a 6	41
Tabela A.2: Modelo <i>probit</i> com movimentações totais defasadas (t-1) – modelos 3 a 6	42
Tabela A.3: Modelo <i>logit</i> com movimentações totais defasadas (t-1) – modelos 3 a 6	42
Tabela A.4: Modelo <i>probit</i> – dados filtrados	43
Tabela A.5: Modelo <i>logit</i> – dados filtrados	44

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária

ARR – Avaliação de Resultado Regulatório

CADE – Conselho Administrativo de Defesa Econômica

FIFRA – *Federal Insecticide, Fungicide, and Rodenticide Act*

IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis

MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	10
2.	CONTEXTUALIZAÇÃO	13
3.	METODOLOGIA	18
3.1	Base de Dados	19
3.2	Modelo Econométrico	23
4	RESULTADOS	26
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	33
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	36
	APÊNDICE I	41
	APÊNDICE II	42

1. INTRODUÇÃO

A gestão ambiental tem o potencial de desempenhar um papel fundamental no desempenho financeiro das empresas (Klaasen; McClaughlin, 1996). Em mercados regulados, as empresas incumbentes podem buscar lucrar com as barreiras regulatórias em estruturas de mercado monopolistas ou oligopolistas, na medida em que detêm mais ativos financeiros e tecnológicos para lidar com regulamentações mais rígidas (Stigler, 1971). Desvendar as estratégias competitivas (ou anticompetitivas) desenvolvidas pelas empresas para criar vantagens em mercados regulados em cada contexto pode ser um desafio, mas a literatura traz algumas teorias e evidências. Considere, por exemplo, as estratégias de customização e diferenciação, frequentemente fundamentadas em economias de escopo, que podem ser empregadas por empresas dominantes para estabelecer barreiras artificiais à entrada de novos competidores (Porter, 1985; Porter, 1980). Ao utilizar economias de escopo para diversificar produtos de maneira estratégica, essas empresas podem saturar nichos de mercado com variantes de um produto básico, dificultando, assim, a entrada de inovações genuínas por novos participantes.

Diante desse cenário, a presente pesquisa examina de que maneira a cobrança da taxa de manutenção do registro de agrotóxicos pode funcionar como mecanismo dissuasório dessas estratégias, investigando como os valores cobrados influenciam o cancelamento de registros desses produtos. É importante considerar que os produtos cancelados, antes de chegarem a essa condição, necessariamente passaram pelo processo inicial de análise para obtenção do registro. Assim, esses produtos, ao passarem pelo processo de registro inicial, contribuem para o agravamento das filas de análise nos órgãos reguladores. Esta investigação se insere no contexto da recente alteração ocorrida na política regulatória de agrotóxicos, que teve como um dos principais motivadores o argumento da morosidade na entrada de produtos ao mercado e o atraso dos benefícios que seriam alcançados pela maior concorrência (Projeto de Lei do Senado nº 88, 2011), cujo detalhamento será dado na sessão 2 deste trabalho.

Na literatura empírica, diversos trabalhos têm investigado as estratégias anticompetitivas desenvolvidas por setores regulados para compreender as ineficiências econômicas e distributivas de regulações adotadas. Como exemplo, Just (2006) avaliou os efeitos anticompetitivos da regulação de biotecnologias agrícolas dada pela *Federal Insecticide, Fungicide, and Rodenticide Act* (FIFRA) nos EUA e identificou que as empresas incumbentes adotam diversas formas de usar a regulação para prolongar os mercados em monopólio ou desencorajar a entrada de genéricos desde 1983 e conclui que os benefícios aos agricultores que se aproveitariam da competição dos genéricos, por exemplo, são muitas vezes adiados ou nunca realizados. No mercado de

medicamentos, Vokinger *et al.* (2017) discutem como fabricantes frequentemente trabalham para atrasar a disponibilidade de versões genéricas de seus produtos (*entry-delay*). As estratégias, incluem patentear aspectos periféricos de um medicamento ou formulações modificadas que não agregam valor clínico e realizar pagamentos reversos a fabricantes genéricos para resolver disputas de patentes, estratégia também conhecida como *pay-for-delay*.

Com respeito aos efeitos de requisitos regulatórios sobre tomada de decisão, Wood *et al.* (2016) investigaram como esses requisitos, incluindo a cobrança de taxas, influenciam a percepção dos empreendedores sobre o valor de uma oportunidade. O estudo verificou que altas taxas diminuem a probabilidade de a oportunidade ser considerada atraente pelos empreendedores, o que pode levá-los a evitar entrar em certos mercados, mesmo quando há potencial de lucro significativo. Outro estudo, considerado referencial sobre escolha e design de instrumentos de política econômica na gestão de produtos químicos (OCDE, 2023) foi o realizado por Weitzman (1974), que verificou que quando há razões para supor que o custo marginal de dano não aumenta acentuadamente com a produção ou uso, mas o custo marginal de redução/abatimento para o regulado é alto, um imposto ou outro instrumento baseado em preço possui, *ceteris paribus*, vantagem de eficiência em relação a um instrumento quantitativo, como restrições de uso ou banimentos, por exemplo.

Seguindo a perspectiva comportamental, He *et al.* (2019) investigaram como o imposto ambiental afeta a eficiência energética em países da OCDE, utilizando uma abordagem que combina o modelo DEA (*Data Envelopment Analysis*) e o modelo *Logit* em painel. O estudo avaliou o impacto do tributo ambiental no consumo eficiente de diferentes fontes de energia considerando variáveis de emissões indesejadas e verificou que o imposto ambiental tem um efeito positivo significativo na eficiência do consumo de energia de carvão e gás natural. A partir deste resultado, os autores concluem que políticas tributárias ambientais contribuem para a melhoria da eficiência energética e a redução de impactos ambientais negativos, reforçando a importância de políticas fiscais para a sustentabilidade energética.

Adotando ainda a abordagem qualitativa, no Brasil, o estudo de Teodorovicz, Pelaez e Guimarães (2016), ao explorar a delimitação de mercados relevantes no setor de agrotóxicos, com base no mercado de herbicidas para a soja, apontam que as empresas se beneficiam de economias de escopo e diversificam produtos para capturar diferentes segmentos econômicos e apontam que essa exploração cria mecanismos barreira à entrada aos concorrentes. Ainda sob a abordagem qualitativa, o trabalho de Oliveira e Silva e Costa (2011), aponta que, dentre as estratégias das empresas da indústria de agrotóxicos estão a criação de barreiras aos concorrentes por meio do

desenvolvimento de produtos compostos por ingredientes ativos que podem ser protegidos por patentes, e de produtos equivalentes (com patentes vencidas), por meio da diversificação de produtos possibilitada pela exploração de economias de escopo.

A nível de tratamento quantitativo, um estudo sobre mecanismo de escolha que adota um tratamento similar à investigação proposta, é o de Silva (2023), que analisa os fatores determinantes para os pedidos de renegociação via arbitragem no setor de infraestrutura, com ênfase nas concessões de rodovias federais no Brasil. Utilizando modelos *Probit* e *Logit*, o autor examina de que maneira variáveis como financiamento público, duração do contrato, tempo de operação e índice de retorno sobre o ativo influenciam a probabilidade de solicitação de arbitragem, a partir de uma base de dados abrangendo o período de 1996 a 2022. Os resultados demonstram que concessões com financiamento público e retorno sobre o ativo apresentam maior propensão a solicitar renegociações. Este estudo oferece uma contribuição significativa ao identificar os principais fatores que motivam as concessionárias a optarem pela arbitragem como alternativa ao sistema judicial, promovendo uma resolução mais técnica e ágil para disputas contratuais.

Um outro estudo, seguindo a perspectiva metodológica quantitativa e que adota uma interessante abordagem sobre o efeito comportamental decorrente da aplicação de um instrumento regulatório é o de Uhr e Uhr (2014), que investiga a eficácia das multas ambientais no Brasil como ferramenta de controle de infrações ambientais. Utilizando modelos de regressão com efeitos fixos e aleatórios, a partir de dados em painel de infrações e multas do Ibama entre 2000 e 2011, os autores analisam como a aplicação de multas impacta o comportamento de infratores tanto no estado penalizado (efeito específico) quanto em estados vizinhos (chamado efeito *spillover*), indicando a influência da reputação do regulador. Os resultados sugerem que, quanto mais altas as multas aplicadas em um estado ou em seus vizinhos, menor a incidência de novas infrações, o que evidenciou o papel dissuasivo das sanções.

Além desta introdução, que incluiu o referencial teórico e apresentou uma revisão bibliográfica nacional e internacional sobre o tema, além de estudos empíricos correlatos, o presente estudo está subdividido em mais quatro seções. Na segunda seção, é apresentado um breve histórico acerca do uso e da regulação sobre os agrotóxicos no Brasil. A terceira seção detalha a metodologia empregada na análise, bem como as bases de dados utilizadas. Na quarta seção, são discutidos os principais resultados do estudo. Por fim, no último capítulo, são tecidas considerações finais com sugestões de aprimoramentos da política regulatória vigente bem como

feitas sugestões sobre estudos futuros para investigação de dinâmicas e estratégias ainda pouco exploradas relacionadas a esse mercado.

2. CONTEXTUALIZAÇÃO

O uso de agrotóxicos como prática agrícola não é recente no Brasil. Em 1923, o Decreto nº 16.271 estabeleceu, pela primeira vez, o regulamento para a fiscalização da venda de inseticidas e fungicidas no país. Essa legislação determinava que os rótulos desses produtos deveriam conter a inscrição "substância venenosa", alertando sobre os riscos associados ao seu uso. Além disso, exigia que, para serem importados, comercializados ou utilizados, os produtos fossem previamente registrados no órgão competente da época, o Instituto de *Chimica* (Decreto nº 16.271, 1923).

A Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura (FAO), conceitua os agrotóxicos como “qualquer substância, ou mistura de substâncias de ingredientes químicos ou biológicos destinados a repelir, destruir ou controlar qualquer praga, ou regular o crescimento das plantas” (FAO, 2014).

No Brasil, o conceito legal de agrotóxicos advém do Art. 2º da Lei nº 14.785 de 2023:

Art. 2º Para os efeitos desta Lei, consideram-se:

(...)

XXVI - agrotóxicos: produtos e agentes de processos físicos, químicos ou biológicos destinados ao uso nos setores de produção, no armazenamento e no beneficiamento de produtos agrícolas, nas pastagens ou na proteção de florestas plantadas, cuja finalidade seja alterar a composição da flora ou da fauna, a fim de preservá-las da ação danosa de seres vivos considerados nocivos.

O registro de agrotóxicos constitui, assim, um dos instrumentos regulatórios mais importantes de conhecimento, pelo Estado, sobre os seus efeitos na agricultura, na saúde e no meio ambiente, bem como de monitoramento dos volumes comercializados desses produtos no país (Macedo; Porto, 2023). Esses produtos, de natureza química ou biológica, utilizados para controlar pragas, doenças e plantas daninhas desempenham um papel central no modo de produção agrícola contemporâneo, mas também podem representar desafios significativos em termos de impactos ambientais e sobre a saúde humana.

Há dois tipos principais de agrotóxicos no mercado: os produtos técnicos e os produtos formulados. Os produtos técnicos são produtos obtidos diretamente de matérias-primas cuja composição contém teor definido de ingrediente ativo e de impurezas, e são destinados à obtenção de produtos formulados. Por sua vez, os chamados produtos formulados, são produtos preparados a partir dos produtos técnicos, possuindo características adequadas para a comercialização e utilização pelo usuário final, geralmente contendo aditivos para melhorar sua ação ou durabilidade,

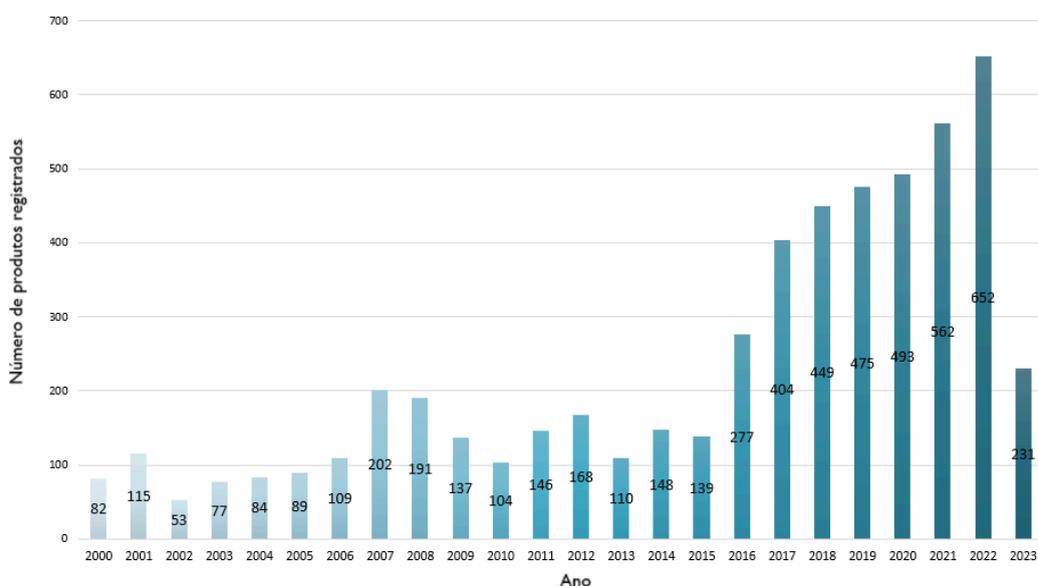
por exemplo, e podem ser utilizados junto com adjuvantes que facilitam sua aplicação e podem aumentar a sua eficácia.

No Brasil, o uso de agrotóxicos teve expressão maior a partir da década de 1940, com a introdução de novas tecnologias agrícolas e a expansão da produção agroindustrial. Entretanto, a primeira regulação específica para esses produtos foi instituída apenas em 1989, com a promulgação da Lei nº 7.802, que estabeleceu diretrizes para o registro, comercialização e uso de agrotóxicos, além do cumprimento de requisitos para a proteção da saúde humana e ambiental.

De acordo com a política regulatória vigente, nenhum produto agrotóxico pode ser comercializado no país sem prévio registro no órgão federal competente (Lei nº 14.785, 2023). Essa exigência, que existe desde a lei nº 7.802 de 1989, tem provocado uma demanda crescente de registros de agrotóxicos pelas empresas sem a necessária capacidade operacional dos órgãos federais, responsáveis pela regulação desses produtos, de resposta a esses pedidos. Como consequência, longas filas de análise são formadas nos órgãos federais competentes, conforme dados disponibilizados pelo Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA) (2023) e pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) (2023a).

Ao mesmo tempo, recordes anuais de produtos registrados têm sido alcançados desde 2016. A média anual anterior de 125 produtos passou para 277 (MAPA, 2023), um aumento de 121,6% naquele ano. Nos anos seguintes essa tendência de aumento continuou, tendo sido alcançados 493 registros em 2020, 562 em 2021 e 652 em 2022 (Macedo; Porto, 2023; MAPA, 2023) (Figura 1).

Figura 1 - Número de registros de produtos agrotóxicos concedidos por ano

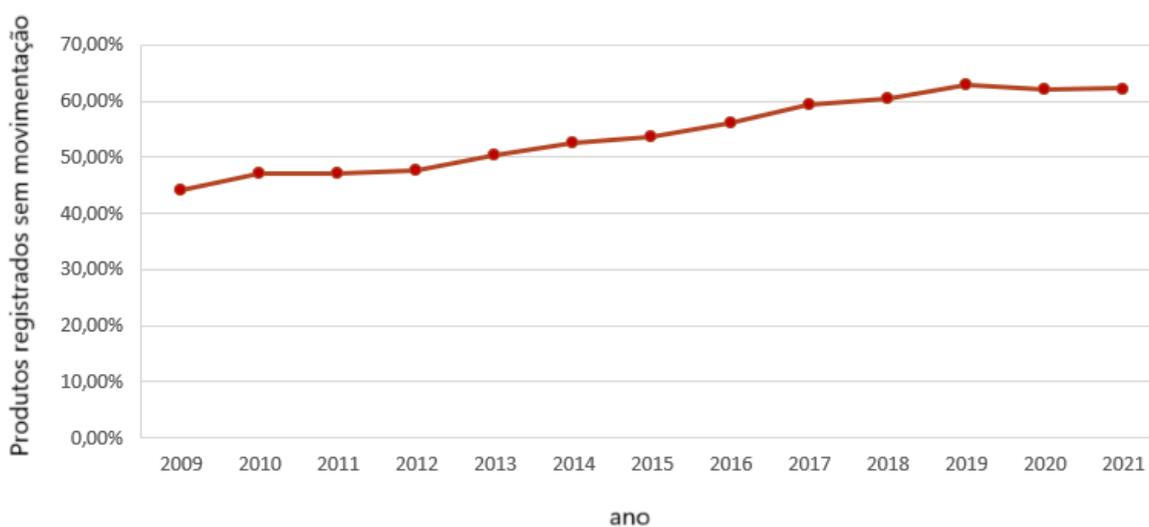


Fonte: elaboração própria com dados do MAPA (2023).

Entretanto, ao contrário do que se pressupõe, parte significativa dos produtos registrados não é comercializada (mais de 50% dos produtos formulados e em torno de 70% dos produtos técnicos) (Macedo; Porto, 2023; IBAMA, 2023a) (Figuras 2 e 3), o que acarreta custos irre recuperáveis para o Estado, que envolveu, nas análises para o registro desses produtos, recursos humanos, estruturais e tecnológicos para o feito.

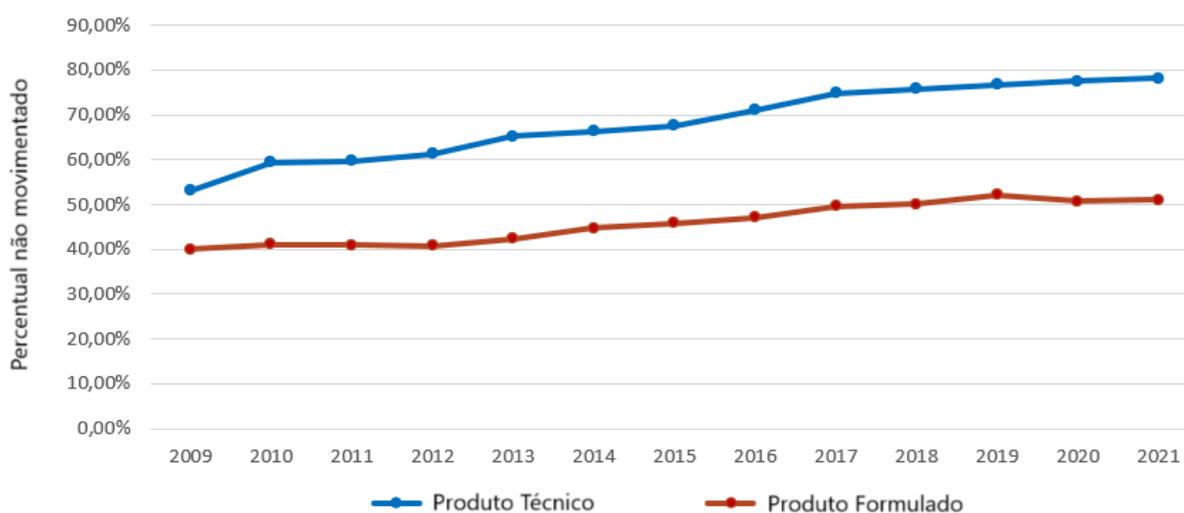
As figuras a seguir retratam a evolução agregada e diferenciada por produto (produto técnico e produto formulado) sem movimentação a partir de 2009:

Figura 2 - Percentual de produtos registrados não movimentados por ano (dados agregados de produtos com zero produção, importação, exportação e vendas)



Fonte: elaboração própria com dados do IBAMA (2022).

Figura 3 - Percentual de Produtos Técnicos e Produtos Formulados registrados não movimentados por ano (produtos com zero produção, importação, exportação e vendas)



Fonte: elaboração própria com dados do IBAMA (2022).

Esse fenômeno traz ainda gravidade para a sociedade, uma vez que esta, indiretamente, financia os custos da manutenção da administração pública para este fim (Tribunal de Contas da União [TCU], 2019); e faz com que os registros concedidos pelo poder público tenham servido “mais para compor o ativo patrimonial da empresa do que para incrementar a concorrência” (Projeto de Lei do Senado nº 88, 2011, p. 2).

Esse tema foi debatido nos últimos anos no Brasil, em torno da alteração da Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989, a Lei de Agrotóxicos. Com o avanço do debate acerca da alteração legal, diversas propostas foram apensadas ao projeto original. Todavia, na fase final da tramitação legislativa, ao invés de se modificar a legislação existente, o texto final terminou por propor a revogação da Lei nº 7.802/89. Decorridos 24 anos desde a propositura inicial, o PL nº 1.459/22, em texto substitutivo, foi então sancionado, dando origem à nova Lei de Agrotóxicos, a Lei nº 14.785, de 27 de dezembro de 2023.

No Capítulo VI da nova Lei foi instituída a figura de dois mecanismos de inibição do registro de produtos “de portfólio”: o cancelamento do registro do produto que permanecer por 2 anos consecutivos sem comercialização e a espera de um ano após o cancelamento para pleitear um novo registro. No que se refere à alteração legal, Macedo e Porto (2023) analisaram mecanismos de intervenção estatal alternativos em consonância com a Avaliação de Impacto Legislativo (AIL). A conclusão desse trabalho apontou para a identificação do instrumento econômico da majoração progressiva da taxa de manutenção do registro como medida mais vantajosa para a inibição por ser uma medida alinhada ao conceito de *soft regulation* com base em mercado (Melo; Meneguim, 2022).

Para entender o sistema federal de registro desses produtos e identificar possíveis necessidades de ajustes devido a disfunções burocráticas, incluindo atrasos na avaliação por órgãos reguladores, o Tribunal de Contas da União (TCU) realizou uma auditoria operacional sobre o registro de agrotóxicos em 2020. Como resultado, o TCU emitiu o Acórdão 2848/2020-TCU-Plenário. Durante essa auditoria, o órgão de controle destacou problemas burocráticos relacionados à gestão da Taxa de Manutenção do Registro e da Classificação do Potencial de Periculosidade Ambiental (PPA) (TCU, 2019; IBAMA, 2022). O pagamento anual dessa taxa ao Ibama pelas empresas detentoras de registros é essencial para que os produtos continuem autorizados para venda. De acordo com relatório emitido pelo órgão de controle, as lacunas na cobrança da taxa permitem que haja uma maior tranquilidade financeira por parte das empresas para se perseverar com um estoque inativo de produtos registrados para o qual se despenderam recursos públicos na avaliação do registro e dos quais a agricultura brasileira não

chega a usufruir (TCU, 2019). Como resultado, o TCU determinou que o Ibama desenvolvesse e implementasse uma sistemática eficaz de controle, cobrança e recebimento da taxa de manutenção anual da classificação do PPA (TCU, 2019), o que foi acatado pelo órgão, dentre outras medidas, com a criação de sistemas de cobrança como o Sistema de Arrecadação e Cobrança (SIAC) plenamente implementado no final de 2021, cuja normatização foi publicada em 2022¹ (Instrução Normativa nº 13, 2022).

Partindo desta contextualização, este estudo pretende dar continuidade ao trabalho de Macedo e Porto (2023), buscando analisar os fatores regulatórios associados à cobrança da taxa de manutenção de registro que influenciam, e em que grau, a decisão de cancelamento de produtos de agrotóxicos a partir da base de dados oficial disponibilizada pelos órgãos reguladores responsáveis pelos setores da agricultura e do meio ambiente (MAPA, 2024; IBAMA, 2023a).

A principal limitação para estudos empíricos dessa natureza está na disponibilidade de dados. Apesar de existirem várias fontes potenciais de dados sobre os mercados modernos de insumos agrícolas, elas variam amplamente em acessibilidade, desde dados confidenciais e proprietários até dados públicos coletados por agências governamentais. Deste modo, este trabalho fornece análises econômicas importantes para investigações acerca dos incentivos gerados por mecanismos regulatórios de cobrança fiscal sobre decisões estratégicas do setor regulado, e se destaca tanto pelo seu potencial na contribuição para o aprimoramento da política em questão mas, principalmente, pela construção de uma base de dados desidentificada que possui o histórico de cancelamento de produtos agrotóxicos confrontados com os volumes da comercialização desses produtos.

Deste modo, a pergunta central que este estudo pretende responder é: qual o efeito do aumento da taxa de manutenção de registro de agrotóxicos (ocorrida em 2015) sobre o cancelamento de produtos registrados? A taxa de manutenção do registro¹ foi instituída pela Medida Provisória nº 2.015-1 de 1999, posteriormente convertida na Lei nº 9.960 de 2000. Esta lei alterou a Política Nacional do Meio Ambiente, a Lei nº 6.938 de 1981, e estabeleceu os preços a serem cobrados pelo Ibama em seu Anexo VII e deu outras providências. Variáveis explicativas adicionais foram utilizadas com o objetivo de robustecer a resposta dessa questão as quais são apresentadas na próxima sessão deste trabalho relativa à metodologia.

¹ A Taxa de Manutenção de Registro ou da Classificação do Potencial de Periculosidade Ambiental (PPA) de agrotóxicos incidem a partir da emissão do Resultado da Avaliação do PPA sobre o deferimento ambiental do produto agrotóxico submetido para fins de registro e é devida para produtos que tiverem o resultado emitido ou vigente, no mínimo, por um dia no respectivo exercício (Instrução Normativa nº 13, 2022).

Assim, as análises empregadas com esses dados representam uma inovação no estudo dos incentivos gerados por mecanismos de cobrança regulatória e podem enriquecer o debate sobre sua aplicação em políticas públicas, ao oferecer resultados empíricos que quantificam o potencial efeito do instrumento de cobrança de taxa sob uma decisão estratégica de negócio, como o cancelamento do registro.

Dessa maneira, esta pesquisa traz subsídios para avaliações de resultado regulatório (ARR), cujo processo consiste na verificação dos efeitos decorrentes da regulação implementada, considerados o alcance dos objetivos originalmente pretendidos e os demais impactos observados sobre o mercado e a sociedade (MME, 2022), uma vez que este estudo pretende trazer um diagnóstico *ex-post* da implementação da política de agrotóxicos que vigorou até 2023. Vale ressaltar que os critérios e os valores cobrados por meio da Taxa de Manutenção de Registro não foram alterados, até a presente data, com a nova lei de agrotóxicos, Lei nº 14.785, de 27 de dezembro de 2023.

3. METODOLOGIA

A hipótese central deste estudo investiga se o aumento na cobrança da Taxa de Manutenção de Registro de Agrotóxicos está positivamente associado ao cancelamento de produtos registrados. Tal questão tem como fundamento geral o efeito de evitação de entrada em certos mercados regulados por taxas, discutido no trabalho de Wood *et al.* (2016), e será testada contra a hipótese da inexistência da referida relação.

No ano de 2015, houve atualização monetária do valor da taxa de manutenção passando de R\$7.454,00 para R\$20.225,84 (produtos de classe I e II) e de R\$3.195,00 para R\$8.669,38 (produtos de classe III e IV) (Lei nº 9.960, 2000; Portaria Interministerial nº 812, 2015). Posto isto, temos como questão derivada que a probabilidade de cancelamento de produtos aumenta com o incremento da taxa de manutenção do registro. Pode haver ainda variação no efeito de cancelamento de um produto dada a sua classificação ambiental, posto que a taxa de manutenção para produtos de classe I ou II é maior que a de produtos de classe III e IV. Assim, tem-se como questão complementar também a de que a probabilidade de cancelamento varia de acordo com a classificação ambiental do produto, e é maior para produtos classe I ou II.

Em 2020 o Ibama iniciou a implementação do Sistema de Arrecadação e Cobrança (SIAC) de modo a aprimorar a sistemática de cobrança e arrecadação da taxa de manutenção. O sistema foi plenamente implementado ao final de 2021, com sua normatização publicada no ano seguinte (Instrução Normativa nº 13, 2022). Dessa maneira, temos como questão derivada a de que a

probabilidade de cancelamento aumenta com a implementação do sistema, considerando sua plena implementação a partir de 2022, quando foi regulamentado o processo administrativo de apuração, determinação e cobrança da Taxa de Manutenção de Registro (Instrução Normativa nº 13, 2022).

Considerando a relevância do volume de vendas e/ou da movimentação² ou não do produto para este tipo de análise, há a necessidade de controle por essa variável. Portanto, espera-se que haja uma correlação inversamente relacionada da movimentação do produto com o cancelamento do registro, sendo que, para essa variável, a movimentação será analisada tanto como variável contínua (em toneladas de ingrediente ativo por ano) quanto binária (*dummy*, 0 ou 1). Desta maneira, para responder às hipóteses levantadas, o presente estudo construiu e organizou uma base de dados para a modelagem levando em conta os fatores que, conceitualmente e, a nível regulatório, poderiam influenciar a decisão de uma empresa do setor de agrotóxicos a cancelar o registro de um produto.

3.1 Base de Dados

A pesquisa se utiliza de dados empíricos secundários para a análise correlacional que testará as hipóteses e questões de investigação derivadas na especificação do modelo econométrico a partir da inclusão das respectivas variáveis. Para tanto foi construída uma base de dados a partir da fonte principal deste trabalho que compreende os dados secundários de cancelamento de produtos agrotóxicos disponibilizados pelo MAPA e publicamente acessíveis via consulta no Portal de Dados Abertos (MAPA, 2024) e os dados dos volumes de produtos movimentados, em toneladas de ingrediente ativo, extraídos dos Relatórios de Comercialização, Produção, Importação, Exportação e Vendas de Agrotóxicos no Brasil. Esta base é gerenciada pelo Ibama, a qual foi disponibilizada, para fins de pesquisa para produção de resultados desidentificados de modo a salvaguardar o sigilo comercial das informações.

As unidades de corte transversal (*cross-section*) são produtos agrotóxicos registrados acompanhados ao longo de um painel de 15 anos de observações. A amostra estudada é composta por 5.937 produtos, incluindo produtos cancelados e não cancelados, com dados balanceados ao longo de 15 anos de análise, abrangendo o período de 2009 e 2023.

Com o objetivo de compreender as características básicas do conjunto de dados, foi realizada uma análise exploratória como etapa inicial do processo de investigação empírica. Essa

² Em “movimentação” estão incluídas as atividades de comercialização por meio das vendas internas (nacional), vendas a indústria (*bussines to bussines*), exportação, importação e produção nacional, todas na unidade toneladas de ingrediente ativo por ano.

etapa permite identificar as propriedades essenciais das variáveis selecionadas e avaliar sua consistência e adequação aos modelos econométricos propostos.

Abaixo, apresenta-se primeiramente as estatísticas descritivas do conjunto de dados, destacando medidas de tendência central (média e mediana) e de dispersão (quartis, percentis e valores mínimos e máximos) da variável contínua expressa como “movimentações totais”, e a frequência relativa das observações "1" ou "0" da variável resposta e das variáveis *dummy* empregadas, bem como os valores ausentes ou não disponíveis “NAs” no conjunto de dados utilizado.

Tabela 1: Estatísticas descritivas das variáveis utilizadas nos modelos

Observações	Categoria das Variáveis							Medida	Contínua
	Binária	Dummy	Dummy	Dummy	Dummy	Dummy	Dummy		
	C_{it}	D_Aum_{it}	D_Siac_{it}	D_Class_{it}		D_Mov_{it}	δ_t		Mov. totais (Mov_{it}) (toneladas)
0 (não)	46782	13189	37698	Classe III ou IV	2197 6	26932	83118	Mínimo	0
1 (sim)	4639	34376	9867	Classe I ou II	2558 9	20633	5937	Mediana	0
NA's	37634	41490	41490	NA	4149 0	41490	-	Média	1010
								90° Perc.	1598
								Máximo	197266

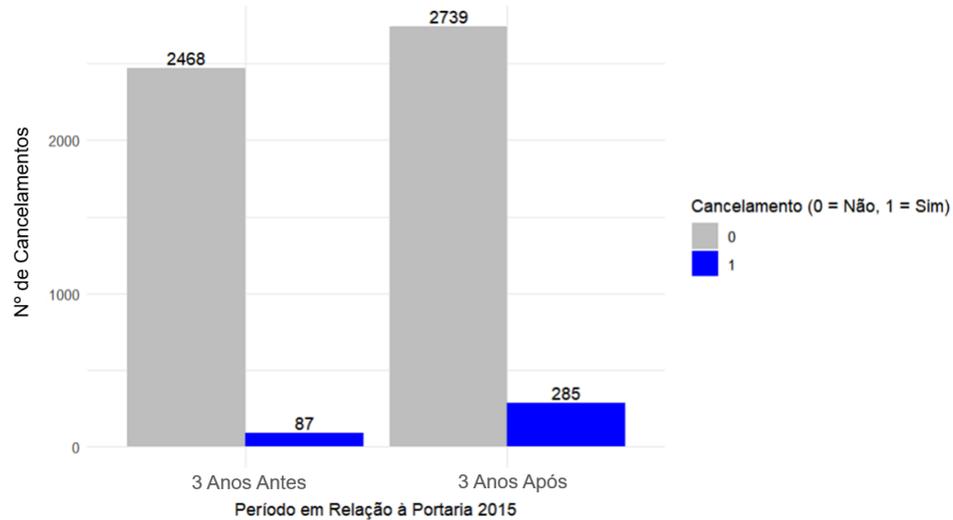
Nota. Esta tabela apresenta as estatísticas descritivas das variáveis utilizadas na modelagem. C_{it} é a variável resposta da ocorrência ou não do cancelamento do registro do produto i no tempo t ; D_Aum_{it} é a variável dummy que representa o aumento do valor da taxa a partir de 2015 (1 se ≥ 2015); D_Class_{it} é a variável que representa a diferenciação da cobrança por faixas de classificação, D_Siac_{it} é a dummy que representa a implementação do sistema a partir de 2022. D_Mov_{it} é a variável *dummy* que representa a movimentação total do produto i no tempo t (somatório da produção nacional, vendas internas, vendas a indústria, exportação e importação (todos na unidade toneladas de ingrediente ativo por ano)). Mov_{it} representa as movimentações totais do produto expressas como variável contínua. δ_t representa as 14 variáveis *dummy* inseridas no modelo, tendo como referência o ano de 2009 (D_{2009}), omitida na regressão. Portanto $\delta_{it} = D_{2010}, D_{2011}, D_{2012}, D_{2013} \dots D_{2023}$.

Fonte: elaboração própria.

Adicionalmente, com vistas à identificação de padrões e compreender o comportamento preliminar das variáveis em relação às hipóteses e questões de pesquisa formuladas, foram elaborados gráficos de histogramas para a identificação de fatos estilizados que subsidiam a seleção das variáveis bem como as expectativas do sinal de algumas variáveis utilizadas no modelo.

Conforme se verifica na Figura 1 abaixo, nota-se que nos 3 anos anteriores à publicação da Portaria Interministerial (no período de 2012 a 2014) que aumentou o valor da taxa foram identificados 87 cancelamentos de registro (3,4%), enquanto no período dos 3 anos posteriores à vigência da portaria, de 2015 até 2017, ocorreram 285 cancelamentos (9,4%).

Figura 4: Histograma da frequência acumulada de cancelamentos em relação ao aumento de 2015

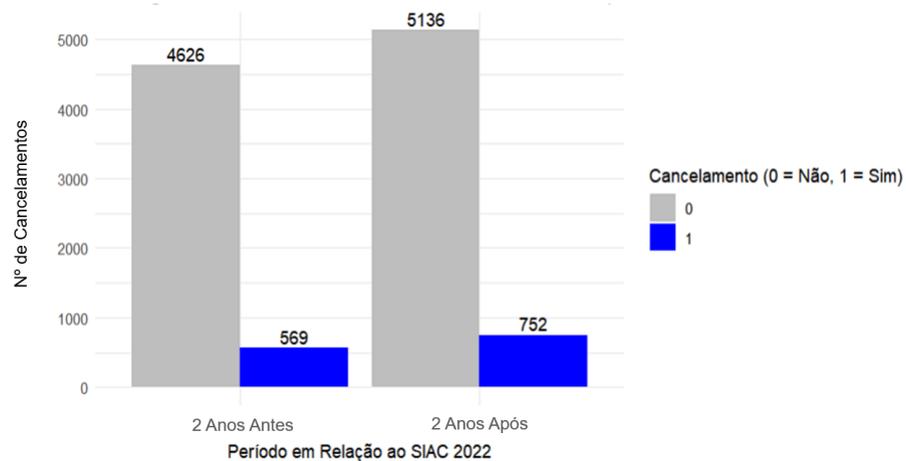


Fonte: elaboração própria.

Embora esta análise preliminar revele correlações iniciais entre as variáveis analisadas, estas não implicam causalidade. A inferência causal requer uma análise mais aprofundada do conjunto de dados completo, considerando o controle das variáveis exógenas que também podem explicar os cancelamentos de registro.

A Figura 2 apresenta a distribuição de frequência dos cancelamentos de registro antes e após a implementação do sistema de arrecadação e cobrança (SIAC). Considerando que o sistema foi implementado no final de 2021 e que o recorte longitudinal do painel vai até 2023, para este fato estilizado foi considerado o período de 2020 a 2023, ou seja, os 2 anos anteriores e os 2 anos posteriores à implementação do sistema.

Figura 5: Histograma das frequências de cancelamento em relação ao SIAC



Fonte: elaboração própria.

Percebe-se que os cancelamentos de registro já vinham ocorrendo em montantes mais elevados nos 2 anos anteriores à implementação do sistema de arrecadação SIAC (11% de cancelamentos relativos), em comparação aos 3 anos posteriores a 2015 (2015, 2016, 2017). Os eventos de cancelamentos seguiram uma tendência mais leve de crescimento após a implementação do sistema (passando para 12,8% de cancelamentos relativos).

Essas representações gráficas permitem observar associações iniciais entre as variáveis dependentes e explicativas, bem como avaliar a conformidade preliminar dos dados com os pressupostos teóricos da análise interpretativa.

A correlação entre as variáveis explicativas utilizadas para a modelagem foi também realizada. É importante avaliar a correlação entre as variáveis para que sejam evitados ou minimizados problemas de multicolinearidade, de forma a permitir, caso necessário, a retirada da estimação de variáveis que apresentem elevada correlação (acima de 0,7)³. A Tabela 2 abaixo apresenta a matriz de correlação.

Tabela 2: Matriz de correlação das variáveis

	Aumento_2015 (D_Aum _{it})	Mov_totais_cont. (Mov _{it})	Mov_totais_dummy (D_Mov _{it})	Classe_I_II_dummy (D_Class _{it})	Siac_2022_dumm y (D_Siac _{it})
Aumento_2015	1.0000				
Mov_totais_contínua	-0.0026	1.0000			
Mov_totais_dummy	-0.1161	0.2079	1.0000		
Classe_I_II_dummy	-0.0066	-0.0204	-0.0331	1.0000	
Siac_2022_dummy	0.3169	-0.0101	-0.0577	-0.0064	1.0000

Nota: Esta tabela apresenta as correlações entre as variáveis explicativas utilizadas na modelagem. D_Aum_{it} é a variável *dummy* que representa o aumento do valor da taxa a partir de 2015 (1 se ≥ 2015). Mov_totais_cont. (Mov_{it}) representa as movimentações totais do produto expressas em variável contínua. D_Mov_{it} representa as movimentações expressas como variável *dummy* (0, se = 0; 1, se > 0). D_Class_{it} é a variável *dummy* que representa a diferenciação da cobrança por faixas de classificação. D_Siac_{it} é a variável *dummy* que representa a implementação do sistema a partir de 2022.

Fonte: elaboração própria.

Conforme pode ser observado, os valores calculados estão abaixo de 0,7 (em módulo) indicando baixa correlação entre as variáveis explicativas.

³ A literatura comumente sugere um número de corte (Resende; Figueirêdo, 2010) com o propósito de reduzir a incidência de multicolinearidade. É conhecido que, em situações onde há alta colinearidade entre X_{1i} e X_{2i} em um modelo típico do tipo $Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + e_i$, frequentemente se conclui pela aceitação da hipótese nula de que $\beta_2 = 0$, devido à subestimação da estatística t .

3.2 Modelo Econométrico

A análise dos dados, realizada por meio de métodos estatísticos, emprega tanto estatística descritiva quanto inferencial, com o auxílio do software R (R Studio) dos dados montados em estrutura de painel.

A análise dos fatores regulatórios que influenciam, e em que grau, a decisão de cancelamento de registro de agrotóxicos é uma investigação que busca demonstrar o grau de influência de uma variável explicativa sobre uma determinada decisão. A modelagem de variáveis dependentes dicotômicas (ou binárias), como as aqui tratadas, são variáveis que assumem apenas dois valores (“sim” ou “não”, 1 ou 0, “ocorreu” ou “não ocorreu”, por exemplo). Nessas situações a variável dependente ou regressando não é normalmente distribuída, a variância do erro pode ser heterocedástica e a média condicional do regressando não pode ser escrita como uma função linear dos parâmetros de regressão, mas uma função de ligação pode transformar uma função não linear da média condicional do regressando em uma função que seja linear nos parâmetros (Gujarati, 2019).

O instrumental mais amplamente discutido na literatura para avaliar esse tipo de efeito e realizar essa transformação tem sido a utilização de modelos lineares generalizados do tipo *Probit* e *Logit*, pela sua simplicidade comparativa (Gujarati, 2019). Esses modelos são especialmente úteis em situações em que o interesse está em prever a probabilidade de ocorrência de um evento, como o cancelamento do registro, em função de variáveis explicativas selecionadas. Embora os valores dos coeficientes dos modelos *Probit* tenham uma interpretação mais complexa, não sendo possível analisá-los diretamente em termos de mudanças nas probabilidades, o sinal dos coeficientes e a significância estatística pode ser avaliada, ou seja, o sinal indica a direção do efeito das variáveis explicativas sobre a probabilidade do evento e a significância estatística dos coeficientes indica a relevância de cada variável na determinação do evento em análise (Stock; Watson, 2017).

Para a investigação dos fatores regulatórios associados à cobrança da taxa de manutenção que influenciam a decisão de cancelamento do registro desses produtos, utilizou-se de um instrumental econométrico do tipo *probit/logit* para a análise de dados estruturados em painel, tendo como variável explicativa de interesse o aumento do valor da Taxa de Manutenção de Registro ocorrido em 2015. Para tanto, foi especificado um modelo básico definido por:

$$\begin{aligned}
P_i = \Pr[C_{it} = 1 | X] &= \Pr[\beta_0 + \delta_1 D_Aum_{it} + \delta_2 D_Class_i + \delta_3 D_Siac_{it} + \beta_1 Mov_{it} + \delta_t + \varepsilon_{it} > 0] \\
&= \Phi [\beta_0' + \delta_1' D_Aum_{it} + \delta_2' D_Class_i + \delta_3' D_Siac_{it} + \beta_1' Mov_{it} + \delta_t']
\end{aligned} \tag{1}$$

Nesta formulação, $P_i = \Pr[C_{it} = 1 | X]$ é a probabilidade de cancelamento do registro do produto i no ano t , dado o conjunto de variáveis explicativas (X). A função Φ representa a função de distribuição cumulativa de uma normal padrão, característica do modelo *probit*, que associa o valor linear da combinação das variáveis independentes à probabilidade estimada. C_{it} representa a variável dependente binária “Cancelamento” que assume valor 1 se ocorreu o cancelamento do produto i no ano t (sim), e 0 se o produto não foi cancelado (não); D_Aum_{it} é a variável de interesse do aumento do valor da taxa representada por uma variável *dummy* que recebe sempre o valor 1 para todos os anos posteriores a 2015 (inclusive), em que foi publicada a Portaria Interministerial que efetuou a atualização monetária da taxa (1, se ano ≥ 2015), e recebe o valor zero, se o ano é anterior à publicação (0, se ano < 2015); D_Class_i é uma variável *dummy* que representa as diferentes faixas de valores cobrados da taxa de manutenção do registro que se dá de acordo com a Classificação do PPA do produto, conforme já detalhado. Esta variável terá valor 1 se o produto é classificado como Classe I ou II (maior valor cobrado), e 0 se é classificado como Classe III ou IV (menor valor cobrado). D_Siac_{it} é uma variável *dummy* que controla o período antes e após a implementação do sistema de arrecadação e cobrança (SIAC) instituído pelo Ibama no final de 2021, que tem valor 1 se o período é posterior ao ano de sua implementação (ano ≥ 2022), e 0 se anterior (ano < 2022); Mov_{it} é o controle pela movimentação_total do produto i no tempo t (contínua ‘ Mov_{it} ’ ou *dummy* ‘ D_Mov_{it} ’, que assume valor 1 se “movimentações_totais” > 0 , e 0 se “movimentações_totais” $= 0$). Essa variável considera o somatório, para cada ano t , dos volumes de produção nacional, vendas a cliente, vendas a indústria (*business to business*), importação e exportação, que, em tese, são fatores que podem influenciar e/ou estimular um pedido de cancelamento pela titular, ou uma tendência na decisão de cancelamento de registro; e, por fim, δ_t são *dummies* de tempo para cada ano “ t ”, que buscam capturar tendências ou variações temporais que podem influenciar o cancelamento de registros independentemente das demais variáveis, que recebe o valor 1 no ano respectivo e zero nos demais; $\delta_{1,2,3}$ e β_1 (ou δ_4 , no caso de utilização de variável *dummy* de movimentações_totais representada pela *dummy* “ D_Mov_{it} ”) são os parâmetros de interesse e ε_{it} é o termo de erro.

O modelo *probit* permite analisar como diferentes fatores regulatórios (incluindo as faixas de classificação ambiental) e características de mercado influenciam a probabilidade de cancelamento de registros de produtos. A inclusão de *dummies* para o aumento da taxa (D_Aum_{it}),

classificação ambiental (D_Class_i), e implementação do SIAC (D_Siac_{it}) permitem avaliar o impacto de políticas específicas ao longo do tempo, enquanto a variável de movimentações (V_{it}) controla pelos volumes das movimentações (em toneladas de ingrediente ativo), ou por níveis de movimentações (*dummy* de movimentações zero ou movimentações maior que zero) que podem influenciar as decisões de cancelamento.

Foram utilizadas diversas combinações de variáveis que resultaram, inicialmente, em 6 modelos *Probit* com intuito de avaliar aquele que melhor responde à hipótese central refletida na pergunta de pesquisa e às questões de investigação propostas, ou seja, aquele que melhor explica o efeito do aumento da taxa de manutenção do registro de agrotóxicos sobre os cancelamentos de produtos registrados e os efeitos dos demais fatores regulatórios associados à cobrança da referida taxa.

Para efeitos de comparação foram também realizadas estimativas pelo modelo *Logit*, as quais serão mais bem explicadas na sessão referente à discussão de resultados e cujas estimativas foram organizadas no Apêndice II deste trabalho. Todos os modelos foram executados considerando erros robustos, uma vez que estes aumentam a confiabilidade das inferências feitas a partir de modelos *probit* e *logit* ao corrigir possíveis problemas de heterocedasticidade.

Em modelos não lineares, muitas vezes precisamos ir além da estimação dos parâmetros do modelo e obter estimativas dos efeitos marginais. Em modelos *probit*, por exemplo, os coeficientes do índice não podem ser interpretados como os efeitos das mudanças nos regressores sobre a probabilidade condicional da resposta (Gujarati, 2019)

O efeito marginal ou incremental (às vezes chamados de efeitos parciais) de uma variável explicativa sobre a probabilidade de que Y_i seja igual a 1 em vez de 0. O efeito marginal é definido como o efeito de uma pequena mudança, a título de exemplo, em uma variável explicativa contínua x_{1i} sobre a probabilidade de $Y_i=1$ (Norton; Dowd, 2018):

$$EM = Pr(Y_i = 1 | x_i, x_{1i} = 1) - Pr(Y_i = 1 | x_i, x_{1i} = 0) \quad (2)$$

Para o modelo *probit*, o efeito marginal de x_{1i} é dado por:

$$\frac{\partial Pr(y_i = 1 | \mathbf{x}'_i)}{\partial x_{1i}} = \left(\frac{\beta_1}{\sigma} \right) \times \phi \left(\mathbf{x}'_i \frac{\beta}{\sigma} \right) \quad (3)$$

Onde ϕ é a função de densidade de probabilidade normal. A derivada do efeito marginal para a observação i em relação a uma mudança percentual em σ pode ser escrita como uma função da probabilidade P_i :

$$\frac{\partial[EM_i^{Probit}]}{\frac{\partial\sigma}{\sigma}} = EM_i^{Probit} \left[\left(\mathbf{x}'_i \frac{\beta}{\sigma} \right)^2 - 1 \right] \quad (4)$$

A qual pode ser que pode ser positiva ou negativa, dependendo do valor de $\mathbf{x}'_i \frac{\beta}{\sigma}$. Esses cálculos mostram que os efeitos marginais variam dependendo dos valores das covariáveis e da probabilidade base p_i . Por essa razão, os efeitos marginais médios, calculados como uma média sobre todas as observações da amostra, são frequentemente usados para relatar resultados (Norton; Dowd, 2018).

4 RESULTADOS

Com base no modelo econométrico geral definido na seção anterior, seguir-se-á à análise dos resultados obtidos para cada um dos modelos derivados. Os dois primeiros modelos *probit* e *logit* trazem apenas a variável de interesse Aumento_taxa_2015 ($D_{\text{Aum}_{it}}$) testada isoladamente em resposta à variável binária Cancelamento (C_{it}), com e sem o controle das *dummies* de efeitos temporais. Nos modelos seguintes foram adicionadas as demais variáveis de controle, conforme pode ser observado na Tabela 3 e Tabela A.1.

Como pode ser notado, em todos os modelos estimados o coeficiente δ_l da variável de interesse Aumento_taxa_2015 ($D_{\text{Aum}_{it}}$) foi estatisticamente significativo ao nível de significância de 0,1% e apresentou sinal positivo, indicando que o aumento do valor da taxa, mantendo todas as outras variáveis constantes, contribui para o cancelamento de produtos registrados. Todos os coeficientes, incluindo o intercepto (ou constante), foram significativos, pelo menos no nível de 5% de significância.

Tabela 3: Modelos *probit* – 1 a 6

Variáveis explicativas	modelo 1	modelo 2	modelo 3	modelo 4	modelo 5	modelo 6
Aumento_taxa_2015	0,37372*** (0,02609)	0,62754*** (0,09852)	0,64910** * (0,09870)	0,52416*** (0,10632)	0,52507*** (0,10644)	0,37880*** (0,10808)
Movim_totais_cont.			-0,00008** (0,00002)			
Movim_totais_dumm y				-0,8355***	-0,88116***	-0,88116***

				(0,02932)	(0,02928)	(0,02928)
Classe_I_II_dummy					0,04657*	0,04657*
					(0,02147)	(0,02146)
SIAC_2022_dummy						0,14627**
						(0,04882)
Constante	1,97783***	2,31490***	2,29666**	2,00946***	2,03600***	2,03600***
	(0,02361)	(0,09368)	(0,09395)	(0,10113)	(0,10246)	(0,10246)
Efeitos fixos – ano	não	sim	sim	sim	sim	sim
AIC	17492	17138	16967	15926	15923	15923
BIC	17509	17269	17107	16066	16072	16072
McFadden R ²	0,4389	0,4510	0,4566	0,4900	0,4902	0,4902
Número de obs.	47.536	47.536	47.536	47.536	47.536	47.536

Nota. Esta tabela apresenta os resultados da estimação da equação (1) pelo modelo *probit*. A unidade de observação é composta por produtos registrados. Erros-padrão robustos (entre parênteses). As regressões abrangem 15 anos (de 2009 a 2023).

‘***’ $p < 0,001$; ‘**’ $p < 0,01$; ‘*’ $p < 0,05$.

Fonte: elaboração própria.

O controle pela movimentação do produto, representado pela variável *Movimentações_totais_contínua* (Mov_{it}), apresentou relação negativa com a ocorrência do cancelamento do registro, o que está coerente com o comportamento econômico esperado e foi estatisticamente significativo ao nível de significância de 1%. Esse resultado indica que a decisão de cancelamento tende a recair sobre produtos com menor (ou nenhuma) movimentação, e dialoga com as análises interpretativas conduzidas por Macedo e Porto (2023) que argumentam que o pagamento da manutenção de produtos não comercializados (ou não movimentados) não se justificaria economicamente uma vez que esses produtos não produzem retorno imediato para as empresas titulares de registro e, portanto, espera-se um comportamento voluntário de solicitações de cancelamento dos registros de produtos não comercializados ou não movimentados. Essa relação negativa entre a variável *movimentações_totais* e a ocorrência do cancelamento do produto fica mais evidente quando se categorizou esta variável como uma *dummy*, a qual a subdividiu em dois níveis, movimentações positivas e movimentações zero. A utilização desta variável como *dummy* reforçou o efeito negativo da movimentação do produto sobre o cancelamento, obtendo um nível de significância ainda maior, na faixa de 0,1%, ou seja, a *dummy* *movimentações_totais* demonstra que há um efeito negativo da movimentação sobre a ocorrência do cancelamento do registro do produto com resposta significativa no intervalo de confiança de 99,9% ou, de outra maneira, que a não comercialização ou não movimentação contribui para a ocorrência do cancelamento do registro do produto.

A inclusão dos demais fatores regulatórios relacionados à cobrança da taxa de manutenção de registro por: i) faixas de classificação e ii) pela implementação do sistema de cobrança, representados, respectivamente, pelas variáveis *Classe_I_II_dummy* (D_{Class_i}) e *SIAC_2022* ($D_{Siac_{it}}$), foi realizada nos modelos 5 e 6 mantendo a variável movimentações_totais como *dummy* ($D_{Mov_{it}}$) uma vez que esta apresentou a melhor resposta em termos de significância estatística. Os resultados demonstram uma relação positiva e estatisticamente significativa ao nível de 5% da cobrança por Classes I ou II com o cancelamento do registro, ou seja, pode-se inferir que os maiores valores cobrados pela faixa de classificação ambiental mais restritiva, refletida pelas Classes I ou II, possui, de fato, um efeito regulatório importante sobre o cancelamento de registros. Isto permite extrair que um produto classificado como altamente tóxico ou tóxico para o meio ambiente (Classe I ou II, respectivamente) possui maior probabilidade de ter o seu registro cancelado do que um produto classificado como medianamente ou pouco tóxico para o meio ambiente (Classe III ou IV, respectivamente). Já a variável *SIAC_2022* apresentou relação positiva a um nível de significância de 1%. Em termos regulatórios, pode-se inferir que o fato de ser implementado um sistema com automação da cobrança da taxa de manutenção contribui, estatisticamente, para um eventual pedido de cancelamento de registro.

Considerando a limitação da interpretação direta dos coeficientes a partir das estimações do modelo *probit*, foram calculados os efeitos marginais médios para os seis modelos especificados. Os resultados das estimativas dos efeitos marginais médios⁴ das regressões *probit* são apresentados na Tabela 4.

Tabela 4: Modelos *probit* – efeitos marginais

Variáveis explicativas	modelo 1	modelo 2	modelo 3	modelo 4	modelo 5	modelo 6
Aumento_2015	0,0304** (0,0018)	0,0471** (0,0016)	0,0482** (0,0016)	0,0380** (0,0066)	0,0380** (0,0066)	0,0286** (0,0071)
Movim_totais_contínua			-0.00001** (0.00000)			
Movim_totais_dummy				-0,0776** (0,0028)	-0,0773** (0,0027)	-0,0773** (0,0027)
Classe_I_II_dummy					0,0041* (0,0019)	0,0041* (0,0019)

⁴ Os efeitos marginais são definidos como a mudança na probabilidade condicional do resultado em resposta a um aumento de uma unidade em um regressor, ou como uma aproximação local baseada na inclinação da probabilidade condicional do resultado; em termos matemáticos, os efeitos marginais avaliam a inclinação da curva de probabilidade condicional (Fernández-Val, 2009).

Siac_2022						0,0137** (0,0049)
Efeito fixo ano	não	sim	sim	sim	sim	sim
Número de obs.	47.536	47.536	47.536	47.536	47.536	47.536

Nota. Esta tabela apresenta os resultados dos efeitos marginais médios das estimações da equação (1) pelo modelo *probit*. A unidade de observação é composta por produtos registrados. Erros-padrão robustos (entre parênteses). As regressões abrangem 15 anos (de 2009 a 2023). ‘***’ $p < 0,001$; ‘**’ $p < 0,01$; ‘*’ $p < 0,05$.

Todas as variáveis incluídas no modelo foram significativas no nível de 1% de significância, exceto a referente à classe ambiental mais restritiva (I ou II), que foi significativa no nível de 5%. Os resultados dos efeitos marginais obtidos são particularmente interessantes, pois oferecem suporte empírico adicional aos resultados das estimativas *probit*, confirmando a hipótese central da pesquisa e a relação das questões de investigação propostas sobre a probabilidade de cancelamento de registros. Primeiramente, confirma-se que o aumento no valor da taxa de manutenção influencia positivamente a probabilidade de ocorrência de cancelamento do registro. Esse resultado corrobora, portanto, a hipótese central do efeito de evitação de entrada em mercados regulados por taxas, encontrado em estudos similares tais como o de Wood *et al.* (2016). Esse incremento, tal como o ocorrido em 2015, aumenta, em média, em 3,8% a probabilidade de cancelamento do registro do produto. Apesar de o aumento do valor da taxa ter sido relativamente expressivo, uma vez que os valores cobrados pelas faixas de classificação mais que dobraram a partir daquele ano, passando de R\$7.454,00 para R\$20.225,84 (produtos de classe I ou II) e de R\$3.195,00 para R\$8.669,38 (produtos de classe III ou IV), o reajuste representou apenas a atualização monetária acumulada desde 1999. Os valores foram instituídos via Medida Provisória nº 2.015-1/1999, e até então não haviam sido corrigidos.

A utilização da variável movimentações_totais como *dummy*, quando comparada à sua utilização da variável contínua, reforçou o efeito negativo da movimentação do produto sobre a ocorrência do cancelamento. O resultado aponta que produtos com movimentações maiores que zero, ou com movimentações, tem uma menor probabilidade (de 7,7%) de cancelamento do que os produtos não comercializados (ou com movimentações zero).

Já a classificação de periculosidade ambiental mais restritiva do produto, Classe I ou II, mantendo as demais variáveis constantes e de maneira isolada de outros controles, apresentou um efeito positivo modesto sobre o aumento da probabilidade de cancelamento do registro, de apenas 0,41% em média para produtos de Classe I ou II em comparação aos de Classe III ou IV. Esse resultado sugeriria apenas uma ligeira preferência por parte das empresas em buscar cancelar produtos altamente tóxicos ou tóxicos ao meio ambiente, cujo valor da taxa de manutenção é maior, em comparação aos produtos menos tóxicos. Este efeito poderia ser interpretado como uma

resposta limitada ao incentivo regulatório almejado com a diferenciação da taxa de manutenção por faixas de classificação de periculosidade ambiental.

Quanto à implementação do sistema SIAC, os resultados dos efeitos marginais indicaram que esse evento aumentou a probabilidade do cancelamento do registro em torno de 1,4% (modelo 6). Este achado corrobora as expectativas quanto aos efeitos da implementação do sistema no órgão regulador, uma vez que essa ferramenta possibilitou uma maior celeridade e controle das cobranças da taxa de manutenção e, portanto, maiores ganhos de eficiência, o que influencia decisões empresariais alinhadas aos incentivos econômicos gerados pela regulação.

Para fins comparativos e devido a sua maior simplicidade interpretativa em relação a outros modelos lineares generalizados de regressão, foram também utilizados modelos *logit* para a estimativa e comparação dos parâmetros encontrados com o modelo *probit*, bem como possibilitar a realização de outras inferências estatísticas.

De maneira geral, os modelos *probit* e *logit*, alcançam resultados similares; a principal diferença entre os dois modelos é que a distribuição logística tem caudas ligeiramente mais pesadas, o que equivale dizer que a probabilidade condicional de sucesso se aproxima de 0 ou 1 em um ritmo mais lento no *probit* (que possui distribuição normal) do que no *logit* (que possui distribuição logística) (Gujarati, 2019).

De modo geral, os resultados das estimações *logit* (Apêndice II) corroboraram as significâncias estatísticas e as direções dos efeitos identificados nas estimações *probit*.

Em todos os modelos estimados *probit* (e *logit*) o coeficiente δ_i da variável de interesse Aumento_taxa_2015 (D_Aum_{it}) foi estatisticamente significativo ao nível de significância de 0,1% e apresentou sinal positivo, confirmando a hipótese de que o aumento do valor da taxa, mantendo todas as outras variáveis constantes, influencia a probabilidade de cancelamento de produtos registrados.

A esse respeito, poderia ser argumentado que há dados públicos oficiais sobre a motivação do cancelamento do registro de produtos agrotóxicos e, considerando essa disponibilidade, destaca-se que grande parte do trabalho realizado na organização da base de dados se deu com a consulta aos motivos de cancelamento dos produtos, um a um, no sistema Agrofit gerenciado pelo MAPA e no Diário Oficial da União. Esse levantamento de informações foi realizado com o intuito de testar se seria obtida uma melhor resposta dos modelos aos dados modelados a partir de uma amostra filtrada que excluísse as unidades observacionais (produtos) cuja motivação de cancelamento tivesse ocorrido por motivos não relacionados à livre iniciativa da empresa ou,

conforme relatado nos Atos MAPA consultados, não relacionados à “solicitação da empresa interessada”. Assim, testou-se a exclusão das situações decorrentes do *enforcement* regulatório que também acarretam o cancelamento mas não estão diretamente associadas à cobrança da taxa de manutenção do registro, tais como: "cancelamento do PPA", "banimento do ingrediente ativo", "registrado como adjuvante exclusivo", "cancelamento do IAT", "reavaliação ambiental", "reavaliação Anvisa", “regularização de alteração de decreto”, "não apresentação de estudo 5bat" etc., uma vez que, na partida, já se sabe que estes cancelamentos não possuem relação com a cobrança da taxa de manutenção do registro em si. Para tanto, da mesma maneira que anteriormente realizada, foi utilizada a modelagem *probit* e a sua confirmação pelo modelo *logit*, para verificar o efeito dos fatores regulatórios relacionados à cobrança da taxa de manutenção sobre o cancelamento de registro com as mesmas variáveis explicativas utilizando também a base de dados filtrada. Os resultados destes modelos são apresentados nas Tabelas A.4 e A.5 do Apêndice II deste trabalho. Como pode ser observado, as direções dos sinais das variáveis e as significâncias estatísticas são similares com a aplicação do filtro. Como essa abordagem não acarretou alterações nas conclusões dos resultados, optou-se pela utilização da base completa dos dados.

A seleção do modelo 6 como mais adequado para explicar os fatores que influenciam a probabilidade de cancelamento do registro fundamenta-se não apenas na significância estatística alcançada (e mantida ao serem adicionadas variáveis explicativas adicionais) por todas as variáveis independentes analisadas, mas também na relevância regulatória das variáveis investigadas, que representam instrumentos fundamentais das soluções administrativas adotadas para lidar com o problema em questão. Ademais, com base nos critérios de seleção de modelos analisados, nomeadamente o *Akaike Information Criterion* (AIC), o *Bayesian Information Criterion* (BIC) e o Pseudo R^2 de McFadden, observa-se que, exceto pelo BIC, que penaliza a inclusão de variáveis adicionais de forma mais severa e tende a favorecer modelos mais parcimoniosos em amostras grandes, os demais critérios indicaram preferência por modelos mais complexos, como os Modelos 5 e 6. O AIC, especificamente, apresentou menor penalização para a inclusão de variáveis adicionais em ambos os modelos, *probit* e *logit*, enquanto o Pseudo R^2 de McFadden, que avalia a capacidade explicativa do modelo ajustado em comparação a um modelo nulo (restrito à constante), também apresentou valores superiores para os modelos mais complexos.

Considerando ainda que as decisões de cancelamento de registros frequentemente dependem de informações do desempenho de vendas (ou movimentações) em períodos anteriores, uma vez que empresas avaliam o histórico de atividades para determinar a viabilidade econômica

de manter ou cancelar registros, a agregação anual dos dados, embora suavize flutuações de curto prazo, pode não eliminar completamente a dependência temporal inerente ao processo de decisão empresarial. Dessa maneira, testou-se também a inclusão da variável defasada de movimentações totais ($t-1$) nos modelos em uma abordagem adicional para permitir capturar esses efeitos intertemporais, especialmente em casos em que o impacto das vendas de um ano só é percebido pelas empresas no ano seguinte, o que pode afetar diretamente a decisão de manter ou de cancelar registros. Além disso, a inclusão de uma variável defasada pode mitigar problemas de causalidade reversa: como o cancelamento de registros em um determinado ano (t) pode afetar diretamente as movimentações do mesmo ano (t), a ausência de defasagens poderia gerar simultaneidade entre as variáveis explicativas e a dependente, comprometendo a validade das estimativas. O recurso à defasagem separa, portanto, temporalmente as variáveis, garantindo que a relação causal flua das vendas para o cancelamento e não o contrário, buscando preservar a integridade dos coeficientes estimados e conferindo maior robustez ao modelo. Dessa maneira, considerar o desempenho histórico de vendas/movimentações torna o modelo potencialmente mais adequado para avaliar as dinâmicas de cancelamento de registros.

Como pode ser observado no Apêndice II (Tabelas A.2 e A.3) o resultado das estimativas dos modelos *probit* e *logit* com a variável movimentações_totais defasada em um ano ($t-1$) foram similares em termos da direção dos sinais e da significância estatística das variáveis, com exceção da variável SIAC_2022 que não apresentou significância.

Concluída as análises dos resultados dos modelos *probit* (confirmados também pelos modelos *logit*), faz-se importante retomar à pergunta que se pretende responder com a presente pesquisa: qual o efeito do aumento da taxa de manutenção sobre os cancelamentos de registro de produtos?

As estimativas dos efeitos marginais utilizando o modelo *probit* permitiram concluir que a probabilidade de cancelamento aumenta em torno de 3,8% (2,86 – 4,82) quando há um aumento do valor cobrado pela manutenção do registro tal como o observado no ano de 2015.

As questões de investigação derivadas relacionadas aos demais fatores regulatórios que influenciam a decisão de cancelamento de registro de produtos, também puderam ser respondidas a partir dos resultados das modelagens realizadas. Obtivemos que a classificação de periculosidade ambiental mais restritiva (Classe I ou II) apresentou significância estatística para o cancelamento de registro, o que sugere que os valores mais altos cobrados pela classificação I e II é um fator de

incentivo ao cancelamento de produtos. O aumento na probabilidade de cancelamento de registro em decorrência da classificação mais restritiva foi em torno de 0,4%.

Por fim, os resultados desta pesquisa indicam que a implementação do SIAC está associada a um aumento estatisticamente significativo na probabilidade de cancelamento do registro (em torno de 1,4%). No modelo defasado essa variável não é estatisticamente significativa. Esses achados corroboram as expectativas quanto aos efeitos do sistema no desempenho do órgão regulador, uma vez que a ferramenta possibilitou maior celeridade e controle na cobrança da taxa de manutenção. Como consequência, pode-se concluir que há ganhos significativos de eficiência quando da implantação de um sistema informatizado de controle e cobrança, que acabam por influenciar as decisões empresariais e promover maior alinhamento aos incentivos econômicos pretendidos pela regulação.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Embora a utilização de instrumentos baseados no mercado para incentivar comportamentos específicos não seja um campo novo no cenário internacional, no Brasil ainda são raras as evidências empíricas sobre os efeitos dissuasórios de instrumentos fiscais, como taxas e preços de serviços, sobre comportamentos desviantes em setores regulados. Essa lacuna se apresenta como um desafio para a gestão desses instrumentos, dado que é cada vez mais essencial avaliar os seus efeitos para determinar se eles funcionam como incentivos ou obstáculos à atividade econômica.

Utilizou-se de um instrumental econométrico *probit/logit* para a análise de dados estruturados em painel de um conjunto de variáveis (de 2009 a 2023) que podem influenciar a decisão de cancelamento do registro pelas titulares de registro de agrotóxico. Objetivou-se avaliar a hipótese do efeito de evitação de entrada no mercado em resposta à elevação de taxas, conforme literatura especializada, aplicada ao mercado nacional.

A modelagem proposta obteve resposta estatisticamente significativa e com sinal dos coeficientes no sentido esperado para todas as variáveis explicativas investigadas. A variável de interesse principal, "Aumento_2015", que representa a atualização monetária do valor da Taxa de Manutenção de Registro promovida pela Portaria Interministerial nº 812 de 2015, apresentou uma relação significativa e positiva com o cancelamento de registros em todos os modelos analisados. Ou seja, as regressões efetuadas corroboraram que há um efeito positivo do aumento da taxa de manutenção de registro sobre a probabilidade de cancelamento do registro de produtos de agrotóxicos no período analisado. Este resultado confirma hipótese central da pesquisa sobre o efeito de evitação de entrada em mercados regulados por taxas, encontrado em estudos similares

tais como o de Wood *et al.* (2016). Pôde ainda ser analisada a magnitude desse incentivo ao cancelamento a partir das estimações dos efeitos marginais. Os resultados indicaram um aumento da probabilidade de cancelamento do registro de em torno de 3,8% quando do aumento do valor cobrado pela taxa de manutenção do registro tal como observado no ano de 2015.

Sem pretender esgotar as discussões, os resultados deste estudo reforçam que a dosimetria adequada e, sobretudo, que a atualização regular do valor da taxa de manutenção são fatores determinantes para assegurar que os incentivos gerados pelo instrumento fiscal da política regulatória sejam eficazes na redução de comportamentos desviantes. Após mais de nove anos desde sua última atualização, o valor da taxa encontra-se, novamente, defasado, o que, como demonstrado, contribui para a manutenção de registros de produtos sem comercialização. Essa situação perpetua, em certa medida, o cenário de "conforto" identificado pelo TCU em 2019, no qual empresas mantêm estoques inativos de produtos registrados. Esta dinâmica é atenuada, conforme resultados, pela implementação do sistema de cobrança (SIAC), embora a eficácia plena dependa de ajustes regulares no valor da taxa. Dessa maneira, pode-se concluir que a morosidade na entrada de produtos agrotóxicos efetivamente concorrentes no mercado brasileiro pode ser mitigada a partir da adequada dosimetria e atualização monetária da taxa manutenção do registro desses produtos.

Em pesquisas futuras, os resultados obtidos neste estudo podem fomentar a discussão sobre a utilização dos resultados dos pedidos de cancelamento como *proxy* para o efeito dissuasório das taxas sobre a mera formação de portfólio pelas empresas de produtos sem interesse comercial imediato, especialmente quando estas são bem dosadas e cobradas. A adequada modulação da taxa, ao incentivar a entrada efetiva no mercado dos produtos registrados, ao provocar o cancelamento de produtos inativos, pode contribuir, no longo prazo, para a entrada no mercado de produtos efetivamente inovativos e, conseqüentemente, mais eficazes e menos danosos ao meio ambiente e à saúde humana.

Os resultados de estudos empíricos como este desempenham papel importante tanto no enriquecimento da literatura especializada sobre o tema quanto no aprimoramento dos instrumentos de políticas públicas. Ao dispor de análises que avaliam *ex-post* os impactos comportamentais decorrentes do *enforcement* de políticas regulatórias, tais como as realizadas nesta pesquisa, os tomadores de decisão podem melhor embasar suas escolhas. Isso permite realizar eventuais ajustes regulatórios que tenham como objetivo maximizar a eficiência econômica. Conseqüentemente, os ganhos gerados por essas medidas podem ser compartilhados de forma mais ampla com toda a sociedade.

Por fim, é importante ressaltar a necessidade de continuidade e expansão das pesquisas tanto quantitativas quanto qualitativas sobre o tema. Estudos futuros que investiguem o mercado das transferências de titularidade de produtos e os eventos de cancelamento dos pleitos antes mesmo de serem registrados, podem contribuir para esclarecer outras dinâmicas ainda pouco exploradas e aprofundar o entendimento sobre as estratégias competitivas (ou anticompetitivas) e as questões regulatórias envolvidas. O esforço de investigação em pesquisas empíricas deste tipo desempenha um papel fundamental no fomento ao debate e na construção de bases de evidência para orientar de forma objetiva e fundamentada a formulação e a implementação de políticas públicas que objetivem o enfrentamento deste tipo de problema regulatório. Isto fortalece a tomada de decisão que pretenda ser informada e confere maior eficiência na gestão de recursos públicos ao melhor direcionar os esforços e gastos públicos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CARVALHO, J. R.; JUNIOR, A. D. Remuneração executiva e desempenho empresarial: evidências do “guia exame–100 melhores empresas para você trabalhar”. In: ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA, 40., 2012, Porto de Galinhas. Anais [...]. Porto de Galinhas: ANPEC, 2012. Disponível em: https://www.anpec.org.br/encontro/2012/inscricao/files_I/i12-188f7822950a1a468ce92bc6de851a0c.pdf.

CONSELHO ADMINISTRATIVO DE DEFESA ECONÔMICA. Mercado de Insumos Agrícolas. Conselho Administrativo de Defesa Econômica, 98p. Brasília, DF: 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/cade/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes-institucionais/estudos-economicos/cadernos-do-cade>.

DECRETO nº 16.271, de 19 de dezembro de 1923. Aprova o regulamento para a fiscalização, no país, da venda de inseticidas e fungicidas. *Diário Oficial da União*, Rio de Janeiro, 27 dez. 1923. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1920-1929/decreto-16271-19-dezembro-1923-513833-publicacaooriginal-1-pe.html>.

DECRETO nº 4.074, de 4 de janeiro de 2002. Regulamenta a Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989, e dá outras providências. *Diário Oficial da União*: seção 1, p. 1, 8 jan. 2002. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2002/D4074.htm.

ESCOLA NACIONAL DE ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA (ENAP). *Raio-X da regulação econômica é publicado pela primeira vez no Brasil*. 2024. Disponível em: <https://enap.gov.br/pt/acontece/noticias/raio-x-da-regulacao-economica-e-publicado-pela-primeira-vez-no-brasil>. Acesso em: 20 nov. 2024.

FAO - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. *The International Code of Conduct on Pesticide Management*. Roma: FAO, 2014. Disponível em: https://www.fao.org/fileadmin/templates/agphome/documents/Pests_Pesticides/Code/CODE_2014_Sep_ENG.pdf.

FERNÁNDEZ-VAL, I. Fixed effects estimation of structural parameters and marginal effects in panel probit models. *Journal of Econometrics*, v. 150, n. 1, p. 71–85, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jeconom.2009.02.007>.

GUJARATI, D. N. *Econometria: princípios, teoria e aplicações práticas*. São Paulo: Saraiva Educação, 2019.

HE, P.; *et al.* Does environmental tax affect energy efficiency? An empirical study of energy efficiency in OECD countries based on DEA and Logit model. *Sustainability*, v. 11, n. 14, p. 3792, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/su11143792>.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. NOTA TÉCNICA Nº 118/2019/COASP/CGASQ/DIQUA. Brasília, DF: IBAMA, 07 out. 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. NOTA TÉCNICA Nº 29/2022/COASP/CGASQ/DIQUA. Brasília, DF: IBAMA, 14 mar. 2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. *Estimativa percentual da movimentação da produção e comercialização - 2009 a 2021*. In: Boletins anuais de produção, importação, exportação e vendas de agrotóxicos no Brasil. Brasília, DF, 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/ibama/pt-br/assuntos/quimicos-e-biologicos/agrotoxicos/relatorios-de-comercializacao-de-agrotoxicos/relatorios-de-comercializacao-de-agrotoxicos#boletinsanuais>. Acesso em: 26 jun. 2023.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. *Estimativa percentual da movimentação da produção e comercialização - 2009 a 2022*. In: Boletins anuais de produção, importação, exportação e vendas de agrotóxicos no Brasil. Brasília, DF, 2023a. Disponível em: <https://www.gov.br/ibama/pt-br/assuntos/quimicos-e-biologicos/agrotoxicos/relatorios-de-comercializacao-de-agrotoxicos/relatorios-de-comercializacao-de-agrotoxicos#boletinsanuais>. Acesso em: 28 jun. 2023.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. *Painel de Informações de Agrotóxicos*. Disponível em: <https://www.gov.br/ibama/pt-br/assuntos/quimicos-e-biologicos/agrotoxicos/paineis-de-informacoes-de-agrotoxicos>. Acesso em: 20 nov. 2024.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS (IBAMA). Nota Técnica nº 25/2023/COASP/CGASQ/DIQUA. Brasília, DF: IBAMA, 03 jul. 2023. Disponível em: https://sei.ibama.gov.br/sei/modulos/pesquisa/md_pesq_processo_pesquisar.php?acao_externa=protocolo_pesquisar&acao_origem_externa=protocolo_pesquisar&id_orgao_acesso_externo=0.

INSTRUÇÃO NORMATIVA nº 13, de 4 de novembro de 2022. Regulamenta o processo administrativo de apuração, determinação e cobrança de crédito tributário da Taxa de Manutenção de Registro ou Classificação do Potencial de Periculosidade Ambiental (PPA) de agrotóxicos. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 8 nov. 2022. Seção 1, p. 61. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/instrucao-normativa-n-13-de-4-de-novembro-de-2022-442097409>.

JUST, R. E. Anticompetitive impacts of laws that regulate commercial use of agricultural biotechnologies in the United States. In: JUST, R. E.; ALSTON, J. M.; ZILBERMAN, D. (ed.). *Regulating Agricultural Biotechnology: Economics and Policy*. Natural Resource Management and Policy, v. 30. Boston: Springer, 2006. Disponível em: https://doi.org/10.1007/978-0-387-36953-2_17.

KLAASEN, D.; MCCLAUGHLIN, C. P. The impact of environmental management on firm performance. *Management Science*, v. 42, n. 8, p. 1199–1214, 1996. Disponível em: <https://doi.org/10.1287/mnsc.42.8.1199>.

LEI nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 31 ago. 1981. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm.

LEI nº 7.802, de 11 de julho de 1989. Dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização de agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências. Diário Oficial da União: seção 1, p. 11459, 12 jul. 1989. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l7802.htm.

LEI nº 9.960, de 28 de janeiro de 2000. Institui a Taxa de Fiscalização de Produtos Controlados e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, 29 jan. 2000. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9960.htm.

LEI nº 14.785, de 27 de dezembro de 2023. Dispõe sobre a organização e funcionamento do Sistema Nacional de Regulação de Produtos de Interesse Agrícola e dá outras providências. Diário Oficial da União: seção 1, p. 28, 27 dez. 2023. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2023-2026/2023/lei/114785.htm.

MACEDO, T. C.; PORTO, M. P. O PL n.º 1.459/2022 e a comercialização de agrotóxicos no Brasil: uma análise de alternativas regulatórias voltadas para a “soft regulation”. In: *Latin American Workshop in Law and Economics 2023*. Disponível em: https://lawle2014.files.wordpress.com/2023/10/tiamacedo-artigo-law_econ-tiara_mar_lawle_eng_l_final.pdf.

MEDIDA PROVISÓRIA nº 2.015-1, de 1999. Institui normas gerais para a cobrança da Taxa de Fiscalização de Produtos Químicos e dá outras providências. Convertida na Lei nº 9.960, de 2000. *Diário Oficial da União*, Brasília, 30 set. 1999. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/mpv/antigas/2015-1.htm.

MELO, A. P. A. de; MENEGUIN, F. B. *Soft Regulation: Formas de Intervenção Estatal para Além da Regulação Tradicional*. Brasília: Núcleo de Estudos e Pesquisa, fevereiro de 2022. Disponível em: <https://www12.senado.leg.br/publicacoes/estudos-legislativos/tipos-de-estudos/textos-para-discussao/td307>.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA. Portal de Dados Abertos: Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários - Agrofit. Coordenação-Geral de Agrotóxicos e Afins – CGAA/DSV/SDA, 2024. Disponível em: <https://dados.agricultura.gov.br/dataset/sistema-de-agrotoxicos-fitossanitarios-agrofit>. Acesso em: 8 jul. 2024.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA. Informações Técnicas. Registros. Ministério da Agricultura e Pecuária. Brasília, DF: 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/agrotoxicos/RegistrosConcedidos20002023.xlsx>. Acesso em: 17 jul. 2023.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. Guia Orientativo para a Elaboração de Avaliação de Resultado Regulatório – ARR. Brasília, 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/analise-de-impacto-regulatorio-air-e-avaliacao-de-resultado-regulatorio-arr/o-que-e-arr/guiaarrverso5.pdf>. Acesso em ago. 2023.

NORTON, E. C.; DOWD, B. E. Log odds and the interpretation of logit models. *Health Services Research*, v. 53, n. 2, p. 859-878, 2018. DOI: 10.1111/1475-6773.12712. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/1475-6773.12712>

OLIVEIRA E SILVA, M. F de.; COSTA, L. M. da. A indústria de defensivos agrícolas. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. BNDES Setorial, 35, p. 233-276. Disponível em: https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/1513/1/A%20set.35_A%20ind%c3%bastria%20de%20defensivos%20agr%c3%adcolas_P.pdf

ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO. *Recommendation of the Council on regulatory policy and governance*. Paris: OECD Publishing, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1787/9789264209022-en>. Acesso em: 5 nov. 2023.

ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO. *Economic instruments to incentivise substitution of chemicals of concern – a review*. (OECD Series on Risk Management of Chemicals, nº 79). Paris: OECD Publishing, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1787/d73c0786-en>. Acesso em: 9 nov. 2023.

PELAEZ, V. M.; SILVA, L. R.; ARAÚJO, E. B. Regulation of pesticides: A comparative analysis. *Science and Public Policy*. Vol. 40, pp 644-656. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/scipol/sct020>.

PORTARIA INTERMINISTERIAL nº 812, de 29 de setembro de 2015. Atualiza monetariamente os preços dos serviços e produtos e a taxa de fiscalização e controle do Ibama. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 30 set. 2015. Disponível em: <https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=30/09/2015&jornal=1&pagina=17&totalArquivos=224>.

PORTER, Michael E. *Competitive strategy: techniques for analyzing industries and competitors*. New York: Free Press, 1980.

PORTER, Michael E. *Competitive advantage: creating and sustaining superior performance*. New York: Free Press, 1985.

RESENDE, G. M.; DE FIGUEIREDO, L. Testes de robustez: Uma aplicação para os determinantes do crescimento econômico estadual brasileiro entre 1960 e 2000. *Revista Econômica do Nordeste*, Fortaleza, v. 41, n. 1, 2010. Disponível em: <https://www.bnb.gov.br/revista/ren/article/download/299/253>.

SILVA, André Luiz Gomes da. *Fatores que influenciam os pedidos de renegociação via arbitragem no setor de infraestrutura envolvendo a Administração Pública Federal: evidências das concessões de rodovias federais no Brasil*. 2023. Dissertação (Mestrado Profissional em Economia, Políticas Públicas e Desenvolvimento) – Instituto Brasileiro de Ensino, Desenvolvimento e Pesquisa, Brasília, 2023.

STIGLER, G. J. The theory of economic regulation. *Bell Journal of Economics and Management Science*, v. 2, p. 3-21, 1971. Disponível em: <https://doi.org/10.2307/3003160>.

STOCK, James H.; WATSON, Mark W. *Introduction to Econometrics*. Estados Unidos: Pearson, 2018.

TEODOROVICZ, T.; PELAEZ, V. M.; GUIMARÃES, T. G. Os mercados relevantes do ramo de agrotóxicos. *Ensaio FEE*, Porto Alegre, v. 36, n. 4, p. 869-892, mar. 2016. Disponível em: <https://revistas.planejamento.rs.gov.br/index.php/ensaios/article/view/3049>. Acesso em: 5 ago. 2024.

TRIBUNAL DE CONTAS DA UNIÃO (TCU). Acórdão TCU 2848/2020-TCU-Plenário, processo TC 007.951/2019-1: Auditoria operacional sobre o registro de agrotóxicos. Brasília: TCU, 2019. Disponível em: <https://contas.tcu.gov.br/sagas/SvlVisualizarRelVotoAcRtf?codFiltro=SAGAS-SESSAO-ENCERRADA&seOcultaPagina=S&item0=723048>. Acesso em: 20 out. 2023

UHR, J. G. Z.; UHR, D. A. P. Infrações ambientais e a reputação do regulador: análise em dados de painel para o Brasil. *Estudos Econômicos*, São Paulo, v. 44, n. 1, p. 69-103, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0101-41612014000100003>.

VOKINGER, K. N. *et al.* Strategies that delay market entry of generic drugs. *JAMA Internal Medicine*, v. 177, n. 11, p. 1665-1669, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1001/jamainternmed.2017.4650>.

WEITZMAN, M. L. Prices vs quantities. *The Review of Economic Studies*, v. 41, n. 4, p. 477-491, 1974. Disponível em: <https://doi.org/10.2307/2296698>.

WOOD, M. S.; BYLUND, P.; BRADLEY, S. The influence of tax and regulatory policies on entrepreneurs' opportunity evaluation decisions. *Management Decision*, v. 54, n. 5, p. 1160–1182, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/MD-10-2015-0446>.

APÊNDICE I

I - Resultados das regressões *logit*

Tabela A.1: Modelos *logit* – 1 a 6

Variáveis	modelo 1	modelo 2	modelo 3	modelo 4	modelo 5	modelo 6
Aumento_taxa_2015	0,84999 *** (0,06171)	1,52700 *** (0,26009)	1,57274 *** (0,26011)	1,30958 *** (0,26185)	1,31421 *** (0,26196)	0,98074 *** (0,26598)
Movim_totais_cont.			-0,00029 *** (0,00008)			
Movim_totais_dum.				-2,05223 *** (0,07432)	-2,04821 *** (0,07422)	-2,04821 *** (0,07422)
Classe_I_II_dummy					0,11727 ** (0,04511)	0,11727 ** (0,04511)
SIAC_2022_dummy						0,33347 ** (0,10624)
Constante	-3,70652 *** (0,05694)	-4,56435 *** (0,25130)	-4,50164 *** (0,25165)	-3,91488 *** (0,25271)	-3,98388 *** (0,25485)	-3,98388 *** (0,25485)
Efeitos fixos – ano	não	sim	Sim	sim	sim	sim
AIC	17492	17138	16926	15918	15913	15913
BIC	17509	17269	17066	16058	16062	16062
McFadden R ²	0,4388	0,4510	0,4579	0,4903	0,4905	0,4905
Número de obs.	47.536	47.536	47.536	47.536	47.536	47.536

Nota. Esta tabela apresenta os resultados da estimação da equação (1) pelo modelo *logit*. A unidade de observação é composta por produtos registrados. As regressões abrangem 15 anos (de 2009 a 2023). Erros-padrão robustos (entre parênteses). ‘***’ $p < 0,001$; ‘**’ $p < 0,01$; ‘*’ $p < 0,05$.

Fonte: elaboração própria.

APÊNDICE II

II - Resultados das regressões com movimentações totais defasada (t-1)

Abaixo seguem os resultados das estimativas *probit* e *logit* dos 6 modelos considerando a variável movimentações_totais defasada em um ano (Movim_totais_{t-1}).

Tabela A. 2: Modelo *probit* com vendas totais defasadas (t-1) – modelos 3 a 6

Variáveis explicativas	modelo 3	modelo 4	modelo 5	modelo 6
Aumento_taxa_2015	0,45688 *** (0,07261)	0,39085 *** (0,07569)	0,39318 *** (0,07563)	0,31174 *** (0,07814)
Movim_totais_contínua (t-1)	-0,00003. (0,00001)			
Movim_totais_dummy (t-1)		-0,76951*** (0,02772)	-0,88116 *** (0,02928)	-0,76687 *** (0,02765)
Classe_I_II_dummy			0,04711 * (0,02220)	0,04711 * (0,02220)
SIAC_2022_dummy				0,08144 (0,05049)
Constante	-2,13353 *** (0,06576)	-1,9003 *** (0,06836)	-1,92889 *** (0,06874)	-1,92889 *** (0,06874)
Efeitos fixos – ano	sim	sim	sim	sim
AIC	15802	14903	14900	14900
BIC	15931	15032	15038	15038
McFadden R ²	0,4939	0,5223	0,5229	0,5229
Número de obs.	41.411	41.411	41.411	41.411

Nota. Esta tabela apresenta os resultados da estimação da equação (1) pelo modelo *probit* com a variável *dummy* de movimentações defasada em 1 ano. A unidade de observação é composta por produtos registrados. As regressões abrangem 15 anos (de 2009 a 2023). Erros-padrão robustos (entre parênteses). ‘***’ $p < 0,001$; ‘**’ $p < 0,01$; ‘*’ $p < 0,05$.

Fonte: elaboração própria.

Tabela A.3: Modelo *logit* com vendas totais defasadas (t-1) – modelos 3 a 6

Variáveis explicativas	modelo 3	modelo 4	modelo 5	modelo 6
Aumento_taxa_2015	1,71498*** (0,18018)	0,91512*** (0,18071)	0,91826*** (0,18059)	0,71740*** (0,18623)
Movim_totais_c (t-1)	-0,00010* (0,00004)			
Movim_totais_d (t-1)		-1,7388*** (0,06625)	-1,73437*** (0,06609)	-1,73437*** (0,06609)

Classe_I_II_dummy			0,11826*	0,11826*
			(0,04644)	(0,04644)
SIAC_2022_dummy				0,20087
				(0,10977)
Constante	-4,07272***	-3,56988***	-3,63895***	-3,63895***
	(0,16694)	(0,16677)	(0,16755)	(0,16755)
Efeitos fixos – ano	sim	sim	sim	sim
AIC	15783	14890	14886	14886
BIC	15912	15019	15023	15023
McFadden R ²	0,4945	0,5232	0,5234	0,5234
Número de obs.	41.411	41.411	41.411	41.411

Nota. Esta tabela apresenta os resultados da estimação da equação (1) pelo modelo *logit* com a variável *dummy* de movimentações defasada em 1 ano. A unidade de observação é composta por produtos registrados. As regressões abrangem 15 anos (de 2009 a 2023). Erros-padrão robustos (entre parênteses). ‘***’ $p < 0,001$; ‘**’ $p < 0,01$; ‘*’ $p < 0,05$.

Fonte: elaboração própria.

III - Resultados das regressões com as observações excluídas

Abaixo são apresentados os resultados dos modelos estimados com a base filtrada. Ao todo, foram excluídas 1.122 observações, resultando em um total de 87.933 observações finais. Entre estas, 41.490 correspondem a entradas ausentes (NA), que foram automaticamente excluídas pelo software R durante a execução dos modelos.

Tabela A.4: Modelo *probit* – dados filtrados

Variáveis explicativas	modelo 1	modelo 2	modelo 3	modelo 4	modelo 5	modelo 6
Aumento_taxa_2015	0,41693**	0,79398***	0,82465***	0,73867***	0,73893***	0,37881***
	*					
	(0,02905)	(0,12164)	(0,12184)	(0,13054)	(0,13072)	(0,10307)
Movim_totais_contínua			-0,00011*			
			(0,00006)			
Movim_totais_dummy				-1,01739***	-1,01611***	-0,88116***
				(0,03628)	(0,03627)	(0,02929)
Classe_I_II_dummy					0,04119.	0,04657*
					(0,02304)	(0,02150)
SIAC_2022						0,14627**
						(0,04863)
Constante	-2,0889***	-2,50259***	-2,48146***	-2,22981***	-2,25258***	-2,03601***
	(0,02658)	(0,11762)	(0,11807)	(0,12631)	(0,12789)	(0,09724)
Efeitos fixos – ano	não	sim	sim	Sim	sim	sim
AIC	15190	14924	14718	13691	13690	13690
BIC	15207	15055	14858	13830	13838	13838
AUC	0,4976	0,4998	0,4964	0,5118	0,5125	0,5125
McFadden R ²	0,4818	0,4918	0,4989	0,5339	0,5340	0,5340

Número de obs.	46.414	46.414	46.414	46.414	46.414	46.414
----------------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

Nota. Esta tabela apresenta os resultados da estimação da equação (1) pelo modelo *probit* a partir da base de dados filtrada excluindo motivações de cancelamento não relacionadas à cobrança da taxa de manutenção de registro (motivações administrativas decorrentes do *enforcement* regulatório). A unidade de observação é composta por produtos registrados. As regressões abrangem 15 anos (de 2009 a 2023). Erros-padrão robustos (entre parênteses). ‘***’ $p < 0,001$; ‘**’ $p < 0,01$; ‘*’ $p < 0,05$.

Fonte: elaboração própria.

Tabela A. 5: Modelo *logit* – dados filtrados

Variáveis explicativas	modelo 1	modelo 2	modelo 3	modelo 4	modelo 5	modelo 6
Aumento_taxa_2015	0,41693*** (0,02905)	1,99852*** (0,34126)	2,05843*** (0,34126)	1,78076*** (0,34240)	1,78449*** (0,34256)	1,34367*** (0,34674)
Movim_totais_continua			-0,00058** (0,00022)			
Movim_totais_dummy				-2,48033*** (0,09829)	-2,47764*** (0,09826)	-2,47764*** (0,09826)
Classe_I_II_dummy					0,09833* (0,04896)	0,09833* (0,4896)
SIAC_2022						0,44082*** (0,1121)
Constante	-2,08890*** (0,02658)	-5,0828*** (0,33437)	-4,99369*** (0,33501)	-4,40292*** (0,33353)	-4,46033*** (0,33777)	4,46033*** (0,33777)
Efeitos fixos – ano	não	sim	sim	sim	sim	sim
AIC	15190	14924	14642	13676	13674	13674
BIC	15207	15055	14782	13816	13823	13823
AUC	0,4976	0,4998	0,4937	0,5119	0,5125	0,5125
McFadden R ²	0,4818	0,4918	0,5014	0,5344	0,5345	0,5345
Número de obs.	46.414	46.414	46.414	46.414	46.414	46.414

Nota. Esta tabela apresenta os resultados da estimação da equação (1) pelo modelo *probit* a partir da base de dados filtrada excluindo motivações de cancelamento não relacionadas à cobrança da taxa de manutenção de registro (motivações administrativas decorrentes do *enforcement* regulatório). A unidade de observação é composta por produtos registrados. As regressões abrangem 15 anos (de 2009 a 2023). Erros-padrão robustos (entre parênteses). ‘***’ $p < 0,001$; ‘**’ $p < 0,01$; ‘*’ $p < 0,05$.

Fonte: elaboração própria.