

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA**

LARAH MACEDO DE AVILA

**IMPACTO DO PROGRAMA ÁREAS PROTEGIDAS DA AMAZÔNIA (ARPA)
SOBRE INFRAÇÕES AMBIENTAIS E DESMATAMENTO**

Porto Alegre

2024

LARAH MACEDO DE AVILA

**IMPACTO DO PROGRAMA ÁREAS PROTEGIDAS DA AMAZÔNIA (ARPA)
SOBRE INFRAÇÕES AMBIENTAIS E DESMATAMENTO**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Economia da Faculdade de Ciências Econômicas da UFRGS, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Economia.

Orientador(a): Dra. Thais Waideman Niquito.

Porto Alegre

2024

CIP - Catalogação na Publicação

Avila, Larah Macedo de
Impacto do Programa Áreas Protegidas da Amazônia
(Arpa) sobre infrações ambientais e desmatamento /
Larah Macedo de Avila. -- 2024.
55 f.
Orientadora: Thais Waideman Niquito.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do
Rio Grande do Sul, Faculdade de Ciências Econômicas,
Programa de Pós-Graduação em Economia, Porto Alegre,
BR-RS, 2024.

1. ARPA . 2. Unidades de conservação. 3.
Desmatamento. 4. Infrações ambientais. 5. Amazônia. I.
Niquito, Thais Waideman, orient. II. Título.

LARAH MACEDO DE AVILA

**IMPACTO DO PROGRAMA ÁREAS PROTEGIDAS DA AMAZÔNIA (ARPA)
SOBRE INFRAÇÕES AMBIENTAIS E DESMATAMENTO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Economia da Faculdade de Ciências Econômicas da UFRGS, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Economia.

Aprovado em: Porto Alegre, 11 de outubro de 2024.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dra. Thais Waideman Niquito - Orientadora
Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)

Prof. Dr. Gibran da Silva Teixeira
Universidade Federal do Rio Grande (FURG)

Prof. Dr. Pedro Henrique Soares Leivas
Universidade Federal do Rio Grande (FURG)

Prof. Dr. Rodrigo Nobre Fernandez
Universidade Federal de Pelotas (UFPEL)

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, minha profunda gratidão à minha família, que sempre esteve ao meu lado durante esta jornada. Em especial, à minha mãe, Nádia, que com seu apoio incondicional me deu forças para continuar mesmo nos momentos mais desafiadores.

Aos meus amigos de vida, que compartilharam comigo tanto os momentos de alegria quanto os de dificuldade ao longo desse caminho, sempre me incentivando a seguir em frente e acreditando no meu potencial, meu muito obrigado.

Aos amigos e colegas de curso, cuja companhia, trocas de ideias, debates e aprendizado coletivo enriqueceram profundamente essa caminhada acadêmica. O apoio e a colaboração de vocês foram fundamentais para que este processo se tornasse mais leve e enriquecedor.

Aos meus colegas de trabalho, agradeço pela compreensão e apoio durante os momentos em que precisei equilibrar meu tempo entre a profissão e os estudos. Suas palavras de incentivo e flexibilidade foram essenciais para que eu pudesse concluir essa etapa.

Aos professores, sou imensamente grata por me guiarem ao longo desse percurso. Em especial, agradeço aos Professores Rodrigo Nobre Fernandez e Felipe Garcia Ribeiro, por terem me incentivado a ingressar no mestrado, abrindo novas portas para meu desenvolvimento acadêmico. Estendo meu agradecimento especial ao Professor Vinícius Halmenschlager e a minha orientadora, Professora Thais Waideman Niquito, cujos conhecimentos foram fundamentais para a realização deste trabalho. Suas orientações e conselhos foram fundamentais para aprimorar cada etapa da pesquisa e para que o objetivo fosse atingido.

Por fim, expresso minha gratidão ao Programa de Pós-Graduação em Economia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul e a todos os seus professores, pelo suporte e incentivo durante toda essa trajetória acadêmica.

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a conclusão desta dissertação, meu mais sincero agradecimento.

RESUMO

O ARPA é o maior programa de conservação e uso sustentável de florestas tropicais do mundo, representando a principal estratégia para a preservação do Bioma Amazônico (Funbio, 2017). O objetivo desse trabalho é analisar os impactos do Programa Áreas Protegidas da Amazônia (ARPA) sobre as infrações ambientais e o desmatamento nos municípios brasileiros. Utilizando o método de diferença em diferenças proposto por Callaway e Sant'Anna (2021), investigamos a eficácia das Unidades de Conservação (UCs) apoiadas pelo ARPA. A base de dados contempla todos os municípios do Brasil entre os anos de 2000 e 2022, sendo o grupo de tratamento composto por municípios que possuem UCs inseridas no programa. As variáveis dependentes analisadas foram as taxas de infrações ambientais (número de infrações por área do município) e as taxas de desmatamento (área desmatada por área do município). Os resultados indicam que, o ARPA contribuiu significativamente para a redução das taxas de desmatamento nos municípios tratados, mas houve um aumento nas infrações ambientais registradas. Este último efeito pode estar relacionado a uma maior fiscalização e detecção de atividades ilegais nas áreas protegidas apoiadas pelo ARPA. Testes de robustez foram realizados para diferentes grupos de controles, e os resultados se mantêm consistentes. Observa-se importância das políticas de conservação ambiental para a preservação da Amazônia, mas ao mesmo tempo se destaca a necessidade de medidas complementares para mitigar o aumento das infrações ambientais.

Palavras-chave: ARPA. Unidades de conservação. Desmatamento. Infrações ambientais. Amazônia.

ABSTRACT

ARPA represents the most significant program for the conservation and sustainable utilization of tropical forests globally, constituting the primary strategy for the preservation of the Amazon Biome (Funbio, 2017). The objective of this study is to examine the impact of the Amazon Protected Areas Programme (ARPA) on instances of environmental infringement and deforestation in Brazilian municipalities. This research employs the difference-in-differences method with multiple time periods, as proposed by Callaway and Sant'Anna (2021), to investigate the effectiveness of the Conservation Units (CUs) supported by ARPA. The database encompasses all municipalities in Brazil between 2000 and 2022. The treatment group comprises municipalities with protected areas (PAs) included in the programme. The dependent variables were analyzed in terms of environmental infraction rates (number of infractions per municipality area) and deforestation rates (deforested area per municipality area). The findings suggest that ARPA played a pivotal role in curbing deforestation in the designated municipalities, but there was a concurrent surge in documented environmental offenses. This latter effect may be attributed to enhanced monitoring and detection of illicit activities within protected areas. To ensure the robustness of the findings, a series of sensitivity tests were conducted with different control groups. The results remained consistent across all tests. It is acknowledged that environmental conservation policies play an essential role in maintaining the integrity of the Amazon. However, it is also emphasised that additional measures are required to offset the rise in environmental offences.

Keywords: ARPA, Conservation Units, deforestation, environmental offences, Amazonia.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	7
2	REFERENCIAL TEÓRICO	10
3	PROGRAMA ÁREAS PROTEGIDAS DA AMAZÔNIA (ARPA).....	13
4	DADOS	16
5	ESTRATÉGIA EMPÍRICA	19
6	RESULTADOS.....	22
6.1	INFRAÇÕES AMBIENTAIS	22
6.2	DESMATAMENTO.....	23
7	ROBUSTEZ	25
7.1	INFRAÇÕES AMBIENTAIS	25
7.2	DESMATAMENTO.....	26
8	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	28
	REFERÊNCIAS	31
	APÊNDICE A - UNIDADES DE CONSERVAÇÃO APOIADAS PELO ARPA	35
	APÊNDICE B – TABELAS DE RESULTADO	38
	APÊNDICE C – QUARTIS DE DESMATAMENTO	42
	APÊNDICE D – OUTROS MÉTODOS.....	54

1 INTRODUÇÃO

As áreas protegidas, que compreendem 16,02% da superfície terrestre global, desempenham um papel fundamental na conservação da biodiversidade e no combate às mudanças climáticas. De acordo com a World Database on Protected Areas (WDPA), existem atualmente 285.416 áreas protegidas no mundo, das quais 266.985 são áreas terrestres e 18.431 áreas marinhas, abrangendo 248 países. No Brasil, um país com grande biodiversidade, há 3.202 áreas protegidas (WDPA, 2023). As Unidades de Conservação (UCs) têm um papel crucial na proteção dos ecossistemas naturais no Brasil e são regulamentadas pela Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000, que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC). Essa legislação define as UCs como áreas com características naturais relevantes, destinadas à preservação ambiental e sujeitas a um regime especial de administração.

As Unidades de Conservação no Brasil são classificadas em dois grupos principais: as de Uso Sustentável (US) e as de Proteção Integral (PI). As UCs de Uso Sustentável permitem o uso racional dos recursos naturais, visando a sustentabilidade, enquanto as UCs de Proteção Integral têm como objetivo a preservação estrita, sem permitir o uso direto dos recursos. O arcabouço legal que define essas áreas serve como um dos principais instrumentos de conservação ambiental no Brasil, especialmente em regiões de grande relevância ecológica, como a Amazônia.

O Programa Áreas Protegidas da Amazônia (ARPA), criado pelo Decreto nº 4.326, de 8 de agosto de 2002, surge nesse contexto como uma das principais iniciativas governamentais de proteção ambiental no Brasil. Trata-se do maior programa de conservação de florestas tropicais do mundo, com o objetivo de apoiar a criação e consolidação de Unidades de Conservação na Amazônia. O ARPA tem como meta garantir a proteção de uma porção significativa da Amazônia, assegurando a preservação da biodiversidade, promovendo o uso sustentável dos recursos naturais e contribuindo para a mitigação das mudanças climáticas. Segundo o Fundo Brasileiro para a Biodiversidade (Funbio, 2017), o ARPA é uma peça chave na estratégia de conservação ambiental do país, garantindo a integridade de milhões de hectares de floresta.

A Amazônia enfrenta desafios ambientais profundos e persistentes e o desmatamento continua sendo uma das principais ameaças à região. Além disso, as infrações ambientais, que incluem atividades como desmatamento ilegal, queimadas e ocupações irregulares, são uma realidade constante nos municípios da Amazônia Legal. Registros do IBAMA mostram que os estados situados no chamado Arco do Desmatamento, que se estende de Rondônia ao Maranhão

e inclui 248 municípios, concentram um alto número de infrações ambientais anuais (Uhr *et al.*, 2021). Esses problemas são agravados pela complexidade de fiscalização em áreas remotas, pela falta de recursos e pela presença de atividades econômicas ilegais.

As áreas protegidas, e mais especificamente as Unidades de Conservação, têm se mostrado eficazes em diversos aspectos. Estudos recentes indicam que essas áreas têm um impacto positivo na redução do desmatamento e das emissões de CO₂ (Rahman, 2021; Soares-Filho, 2023), na preservação da biodiversidade (Buscher e Whande, 2007; Gonçalves-Souza *et al.*, 2021) e na mitigação de incêndios florestais (Oliveira *et al.*, 2021). Além disso, há evidências de que áreas protegidas contribuem para o bem-estar social, promovendo benefícios econômicos e de saúde para comunidades locais (Andam *et al.*, 2010; Ban *et al.*, 2019; Naidoo *et al.*, 2019). No entanto, há ainda uma lacuna significativa na literatura sobre o impacto direto das Unidades de Conservação nas infrações ambientais, especialmente no contexto brasileiro. Esse estudo visa ajudar a preencher essa lacuna, avaliando empiricamente os efeitos das UCs sobre as infrações ambientais nos municípios da Amazônia.

Dada a relevância ambiental e econômica da Amazônia para o Brasil e para o mundo, é crucial entender de que maneira o ARPA, através da consolidação de áreas protegidas, influencia não apenas o desmatamento, mas também a ocorrência de infrações ambientais. A hipótese central deste trabalho é que o ARPA, ao criar, manter e apoiar UCs, reduz significativamente o desmatamento nas áreas tratadas, mas pode levar a um aumento nas infrações ambientais registradas, dado o aumento da fiscalização e controle sobre as atividades ilegais.

Para investigar essa hipótese, utilizamos o modelo de Diferença em Diferenças, conforme proposto por Callaway e Sant'Anna (2021). Esse método permite isolar o efeito do ARPA sobre os municípios tratados em comparação com um grupo de controle composto pelos demais municípios brasileiros. A análise abrange os anos de 2000 a 2022, permitindo uma avaliação robusta e abrangente dos impactos do ARPA ao longo do tempo. As variáveis dependentes são as taxas de infrações ambientais (número de infrações por área do município) e as taxas de desmatamento (área desmatada por área do município).

Ao empregar uma metodologia robusta e análises complementares de robustez, a contribuição deste estudo para a literatura é dupla: além de explorar uma dimensão pouco estudada — as infrações ambientais — este trabalho também avança na compreensão dos efeitos de longo prazo das políticas de conservação sobre o desmatamento.

Este trabalho está organizado da seguinte forma: a Seção 1 apresenta a introdução e o contexto do estudo. A Seção 2 aborda o referencial teórico relevante sobre áreas protegidas,

desmatamento e infrações ambientais. Na Seção 3, são discutidos os aspectos do Programa ARPA, seguidos da Seção 4, que detalha a descrição dos dados. A Seção 5 apresenta a estratégia empírica utilizada e a Seção 5 discute os resultados das análises. Por fim, a Seção 7 apresenta os testes de robustez e a Seção 8 apresenta as conclusões e recomendações para pesquisas futuras e políticas públicas.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

A literatura sobre os impactos das áreas protegidas na mitigação do desmatamento e das infrações ambientais é vasta e diversa, fornecendo uma visão abrangente dos desafios e das oportunidades para a conservação. Estudos ao redor do mundo como os de Gaveau *et al.* (2009), Cuenca (2016) e Rahman e Islam (2021), confirmam o papel crucial das áreas protegidas (APs) na redução do desmatamento e das emissões de CO₂, destacando a importância dessas estratégias para frear a degradação ambiental nos trópicos, onde se concentra a maior parte da biodiversidade mundial (Gonçalves-Souza *et al.*, 2021).

Para o Brasil, caso o ritmo de desmatamento persista, as áreas protegidas se tornarão as últimas fortalezas da Amazônia. Contudo, garantir a proteção da Amazônia unicamente por meio de APs não é suficiente, sendo necessária uma melhoria nas estratégias de conservação e na gestão das UCs (Herrera *et al.*, 2019; Gonçalves-Souza *et al.*, 2021; Le Saout *et al.*, 2013).

O impacto das redes de transporte, especialmente estradas, no desmatamento é particularmente relevante para a Amazônia. Barber *et al.* (2014) analisaram as relações entre desmatamento e rodovias, rios navegáveis e outras estradas, incluindo mais de 190 mil quilômetros de estradas. A pesquisa revelou que a proximidade de estradas e rios está fortemente associada a taxas elevadas de desmatamento. No entanto, áreas protegidas situadas próximas a essas vias mostraram um efeito mitigador significativo, ressaltando a importância dessas áreas na contenção da degradação ambiental.

Esse efeito mitigador das áreas protegidas também é evidente no estudo de Amin *et al.* (2019). O estudo utiliza um modelo dinâmico espacial de Durbin que considera o viés de localização e os efeitos de contágio espacial entre municípios para analisar o desmatamento em áreas protegidas da Amazônia. O estudo revela que as áreas de proteção integral e as terras indígenas não apenas reduzem o desmatamento em suas respectivas áreas, mas também têm efeitos de transbordamento positivo, beneficiando áreas adjacentes.

No contexto específico do Programa Áreas Protegidas da Amazônia (ARPA), Soares-Filho *et al.* (2023) examinaram o impacto do programa na redução do desmatamento e das emissões de CO₂ entre 2008 e 2020. Os autores aplicaram um método de balanceamento de covariáveis, a fim de comparar as variações no desmatamento entre UCs de Proteção Integral (PI) e de Uso Sustentável (US), com e sem suporte do programa, bem como avaliar a influência do mecanismo de investimento do ARPA nas reduções diferenciais. Posteriormente, foram estimadas as reduções totais no desmatamento e nas emissões de CO₂, que indicaram que o suporte fornecido pelo ARPA resultou em reduções adicionais de desmatamento em UCs de

Proteção Integral e de Uso Sustentável, com uma contribuição significativa para evitar a emissão de 104 milhões de toneladas de CO₂ durante o período analisado. O estudo destaca a importância dos mecanismos de investimento e políticas de conservação mais amplas para garantir a eficácia das áreas protegidas no longo prazo.

Nas últimas décadas, há uma concentração da destruição da vegetação nos trópicos, onde são abrigadas a maior parte da biodiversidade mundial. No estudo conduzido por Gonçalves-Souza *et al.* (2021), foi realizada uma quantificação do impacto das APs e das terras indígenas na prevenção de 34 anos de destruição da vegetação, abrangendo biomas florestais e não florestais no Brasil. Os resultados indicam que a probabilidade de ocorrência de destruição nas áreas que compõem a rede de APs é cerca de quatro vezes menor do que em regiões não protegidas. Além disso, esse efeito positivo tende a se estender a zonas ao redor das APs. O estudo também ressalta que as APs mais eficazes são aquelas mais antigas, maiores e que estão situadas na região amazônica, incluindo terras indígenas.

A proteção global de ecossistemas levanta debates sobre o impacto socioeconômico das áreas protegidas em comunidades vizinhas a elas. Andam *et al.* (2010) analisam os efeitos das áreas protegidas na pobreza em Costa Rica e Tailândia por meio de métodos de pareamento quase-experimentais, concluindo que, embora comunidades próximas a áreas protegidas sejam mais pobres, tal diferença não se deve a essas áreas, evidenciando impacto positivo das APs na mitigação da pobreza. Ban *et al.* (2019), através da síntese de 118 artigos revisados, mostraram que áreas marinhas protegidas têm efeitos mistos no bem-estar humano, destacando a complexidade da relação entre conservação e sustento. Naidoo *et al.* (2019) analisaram residências próximas a áreas protegidas em países em desenvolvimento, revelando que áreas com turismo têm associação positiva com riqueza e bem-estar, respaldando o papel benéfico das áreas protegidas na qualidade de vida humana.

No Brasil, as infrações ambientais continuam a representar um desafio significativo. Uhr *et al.* (2021) apresentaram novas evidências, abordando a eficácia das sanções aplicadas pelo IBAMA. Utilizando um método de estimação espacial dinâmico em abordagem de painel, o estudo analisou dados de infrações contra a flora e multas aplicadas em municípios brasileiros entre 1998 e 2015. Os resultados indicaram um efeito dissuasório associado ao valor das multas, sendo que as sanções aplicadas no município da infração e em áreas vizinhas desempenham um papel relevante na desestimulação de novas infrações.

O estudo de Chehadi e Barbosa (2020) teve como objetivo analisar as denúncias de infrações ambientais enviadas pelo Ministério Público Estadual à Prefeitura do Rio de Janeiro em 2018. Também buscou comparar irregularidades ambientais em diferentes regiões

administrativas (RA) do município com indicadores sociais e de crescimento populacional. O estudo identificou que desmatamento e distribuição irregular compõem quase metade das denúncias. Resultados de regressões lineares sugerem que maiores expectativas de crescimento populacional nas RA estão associadas a mais denúncias. Por outro lado, áreas com baixa renda e acesso limitado à educação têm poucas denúncias. Diante disso, o estudo propõe uma nova classificação das RAs, que considera aspectos socioeconômicos e ambientais para uma análise mais abrangente das infrações ambientais.

Na análise das relações entre áreas protegidas e ocorrência de crimes florestais, Folharini *et al.* (2021) examinaram municípios costeiros do Estado de São Paulo, por meio de modelos de regressão. Os resultados apontaram uma relação positiva e significativa entre áreas protegidas e crimes florestais, possivelmente devido a maiores oportunidades para a prática de crimes, monitoramento ambiental intensificado e redução de áreas florestais legalmente exploráveis. As implicações destes achados são discutidas em relação a políticas públicas e iniciativas de prevenção de crimes florestais.

Oliveira *et al.* (2021) preenchem uma lacuna de informação ao comparar áreas queimadas em UCs e propriedades rurais privadas (PRs), com e sem investimentos em manejo de incêndios nos biomas Amazônia e Cerrado. Os autores destacam que UCs com brigadas de combate a incêndio reduziram a área queimada em 12%, em média, em comparação com aquelas sem brigadas. As UCs que também têm práticas de prevenção reduziram as áreas de incêndio em mais 6% em relação às com apenas brigadas de combate.

Assim, enquanto as áreas protegidas desempenham um papel crucial na mitigação do desmatamento, elas precisam ser complementadas por políticas de conservação mais amplas, estratégias de monitoramento robustas e investimentos. O ARPA, com seu foco em garantir a sustentabilidade financeira e operacional das UCs, apresenta um modelo promissor, mas insuficiente se isolado de esforços coordenados em outras frentes.

3 PROGRAMA ÁREAS PROTEGIDAS DA AMAZÔNIA (ARPA)

A criação do ARPA teve início em 1998, em um contexto de preocupação global com a proteção da biodiversidade da Amazônia. Foi nesse cenário que o *World Wide Fund for Nature* (WWF) e o Banco Mundial firmaram uma parceria que visava intensificar a preservação do bioma amazônico. No mesmo ano, o governo federal brasileiro assumiu o compromisso de dobrar o tamanho do SNUC, estabelecendo a meta de proteger 10% do bioma amazônico por meio da criação de UCs.

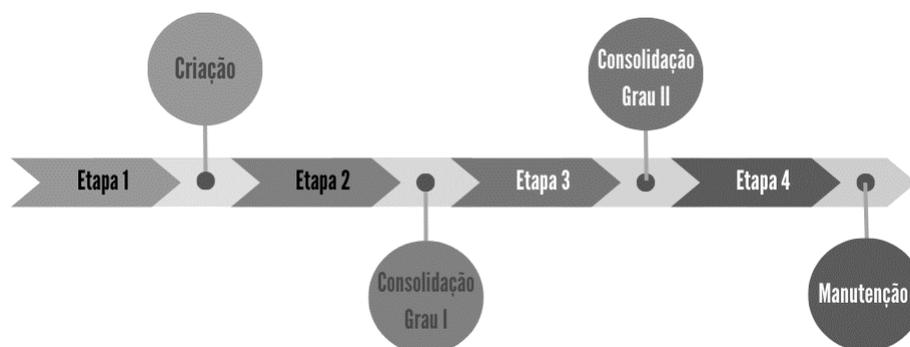
Em 2002, durante a Rio+10, o Governo Federal, o Banco Mundial e o *Global Environmental Facility* (GEF) assinaram um memorando que formalizou a criação do ARPA. O programa foi estruturado inicialmente com os recursos de doação de parceiros internacionais (GEF, WWF e do banco alemão KFW), e a administração desses recursos ficou a cargo do Fundo Brasileiro de Biodiversidade (Funbio). Desde então, o ARPA tornou-se o maior programa de proteção de áreas tropicais no mundo.

O ARPA opera com dois objetivos principais:

- a) a criação, consolidação e manutenção de Unidades de Conservação de proteção integral e de uso sustentável na Amazônia, garantindo que essas áreas estejam efetivamente protegidas; e
- b) a criação de mecanismos que assegurem a sustentação financeira das UCs em longo prazo.

O programa conta com uma estrutura operacional dividida em quatro etapas (Figura 1), que incluem desde a criação das UCs até a consolidação e manutenção dessas áreas, com diferentes graus de complexidade de acordo com o estágio de implementação (Grau I e Grau II).

Figura 1 - Estrutura operacional do Programa ARPA



O Grau I compreende instrumentos básicos para a gestão da UC e, o Grau II, a realização de atividades mais avançadas, como monitoramento socioambiental e pesquisas. A avaliação das UCs é feita com base em Marcos Referenciais, que vinculam as atividades de gestão a metas específicas (ver Quadro 1). Esses marcos são fundamentais para que uma UC seja considerada consolidada e apta a manter sua proteção de maneira efetiva.

Quadro 1 - Marcos referenciais

Marco Referencial	Etapa	Graus
Diagnóstico Ambiental	Criação	I e II
Diagnóstico Socioeconômico	Criação	I e II
Diagnóstico da Situação Fundiária	Criação	I e II
Mobilização e Consulta Pública	Criação	I e II
Decreto de Criação	Criação	I e II
Plano de Manejo	Consolidação	I e II
Formação do Conselho	Consolidação	I e II
Acordos de Regulação de Uso	Consolidação	I e II
Levantamento Fundiário	Consolidação	II
Inventário de Recursos Naturais e Qualidade Ambiental	Consolidação	II
Sinalização	Consolidação/Manutenção	I e II
Equipamentos	Consolidação/Manutenção	I e II
Funcionamento do Conselho	Consolidação/Manutenção	I e II
Proteção	Consolidação/Manutenção	I e II
Operacionalização Geral	Consolidação/Manutenção	I e II
Instalações Mínimas	Consolidação/Manutenção	II
Demarcações Estratégicas	Consolidação/Manutenção	II
Monitoramento da Biodiversidade	Consolidação/Manutenção	II
Plano de Manejo revisado	Manutenção	I e II

Fonte: Elaborado pela autora.

O ARPA foi estruturado inicialmente para durar 15 anos e ser dividido em três fases. A fase I do ARPA (2003-2010) teve como meta criar 18 milhões de hectares em UCs (9 milhões de proteção integral e 9 milhões de uso sustentável), consolidar 7 milhões de hectares e estabelecer um fundo fiduciário com capital de US\$ 14 milhões. Os resultados superaram essas metas iniciais, com a criação de 24 milhões de hectares e a consolidação de 8,5 milhões de hectares, além da capitalização do Fundo Áreas Protegidas (FAP) em US\$ 24,8 milhões.

Contudo, o programa enfrentou desafios significativos, como a dificuldade de manter o financiamento a longo prazo. Durante a fase II (2010-2017), uma análise dos custos foi feita pelos parceiros WWF e Funbio, com apoio da *Linden Trust for Conservation* (LTC), e revelou

um déficit financeiro para sustentar as UCs apoiadas. Como resposta, foi criada a Iniciativa ARPA para a Vida, formalizada durante a Rio+20, em 2012. Essa iniciativa, agora entre MMA, WWF, Funbio, LTC e Fundação *Gordon and Betty Moore*, propôs uma reestruturação financeira do programa, e resultou na criação do Fundo de Transição (FT).

O FT desempenha o papel de viabilizar um aumento gradual e de longo prazo na alocação de recursos provenientes dos governos federal e estaduais, com o objetivo de garantir a sustentabilidade financeira das UCs até 2039. Dessa forma, os órgãos terão um amplo período para elaborar e implementar, mesmo que de maneira gradual, suas estratégias de financiamento, assegurando a continuidade dos investimentos ao programa. A iniciativa também redesenhou a fase III, aumentando seu prazo de duração para 25 anos e a meta de hectares de UCs na Amazônia foi elevada para 60 milhões.

Tabela 1 - Número de UCs no ARPA ao longo do tempo

2003	2004	2005	2006	2007	2008	2011	2014	2015	2017	2021
17	25	45	56	60	63	96	97	115	118	120

Fonte: Elaborado pela autora.

Atualmente na fase III, iniciada em 2014, o ARPA apoia 120 Unidades de Conservação¹. A Tabela 1 mostra o número de UCs no programa ao longo do tempo. As UCS do ARPA estão protegendo mais de 62 milhões de hectares, o que corresponde a mais de 15% do território da Amazônia brasileira. No entanto, o programa continua a enfrentar desafios, como a necessidade de harmonizar a conservação com o desenvolvimento econômico da região, os conflitos fundiários persistentes e a pressão do desmatamento ilegal. Essas dificuldades indicam que, apesar dos avanços, ainda há trabalho a ser feito para garantir que os objetivos de longo prazo do ARPA sejam plenamente alcançados.

¹ Ver Apêndice A.

4 DADOS

Os dados utilizados foram obtidos de diversas fontes que fornecem informações sobre variáveis ambientais, socioeconômicas e geográficas relevantes para a análise do impacto do Programa Áreas Protegidas da Amazônia (ARPA). A base de dados é um painel que compreende os municípios brasileiros dos anos de 2000 a 2022. Esse intervalo foi escolhido para captar as mudanças no desmatamento e nas infrações ambientais desde os primeiros anos de monitoramento até o impacto potencial das políticas públicas associadas ao ARPA, que começou a ser implementado em 2003.

Os dados sobre infrações ambientais foram obtidos do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA). O IBAMA é responsável pela fiscalização ambiental no Brasil e mantém um registro detalhado das infrações cometidas em diferentes regiões do país, incluindo informações sobre multas aplicadas, áreas afetadas e natureza das infrações.

As informações sobre as Unidades de Conservação (UCs) e os municípios participantes do Programa ARPA, foram retiradas do Painel de Unidades de Conservação Brasileiras do Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC). Esta plataforma permite identificar as UCs no Brasil e os municípios e UCs que fazem parte do programa.

Os dados referentes à área dos municípios foram obtidos do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Esta variável é importante para a criação das variáveis dependentes. Além disso, foram incorporados dados sobre a população dos municípios, disponibilizados também pelo IBGE, para controlar fatores demográficos que podem afetar tanto o desmatamento quanto as infrações ambientais. A Tabela 2 apresenta as estatísticas descritivas das várias utilizadas.

Tabela 2 - Estatísticas Descritivas

	Infrações		Área		População (mil)	
	Tratado	Controle	Tratado	Controle	Tratado	Controle
2003	26.7727 (50.93)	3.6938 (14.70)	20673.27 (26128.82)	1448.231 (5247.97)	95.6941 (322.57)	31.5576 (190.62)
2004	26.2500 (37.42)	4.5385 (14.37)	19257.37 (22627.32)	1422.706 (5189.56)	85.8553 (284.52)	32.3271 (194.32)
2005	36.0889 (56.05)	5.4249 (16.95)	23008.89 (30896.80)	1350.108 (4505.40)	69.2901 (248.12)	32.8078 (196.57)
2006	37.4630 (51.57)	4.0481 (13.75)	21151.14 (28585.78)	1332.937 (4481.42)	63.3945 (232.71)	33.2753 (198.75)
2007	40.6780 (65.16)	4.4451 (17.09)	20392.13 (27489.47)	1323.072 (4468.36)	57.7794 (217.28)	32.8075 (197.57)
2008	39.5246 (73.47)	4.9346 (20.34)	20610.18 (27184.47)	1313.551 (4433.09)	58.3297 (221.74)	33.8035 (200.20)
2009	27.6885 (48.78)	3.6537 (14.05)	20610.18 (27184.47)	1313.551 (4433.09)	59.2248 (225.51)	34.1330 (201.55)

	Infrações		Área		População (mil)	
	Tratado	Controle	Tratado	Controle	Tratado	Controle
2010	25.1967 (38.66)	3.3828 (12.28)	20610.18 (27184.47)	1313.551 (4433.09)	62.7159 (234.78)	33.9626 (202.74)
2011	27.2525 (60.90)	3.0823 (11.82)	21043.56 (26172.60)	1171.699 (3564.42)	53.4024 (190.26)	34.2327 (204.74)
2012	26.0707 (58.89)	2.8477 (11.81)	21043.56 (26172.60)	1172.367 (3563.34)	54.2708 (193.33)	34.4679 (205.90)
2013	24.3232 (64.28)	2.3630 (9.77)	21043.56 (26172.60)	1172.367 (3563.34)	57.0961 (205.88)	35.7120 (212.78)
2014	27.3636 (68.85)	2.1497 (10.51)	21043.56 (26172.60)	1172.367 (3563.34)	58.0791 (209.85)	36.0115 (214.22)
2015	25.3475 (69.52)	2.4219 (15.33)	20792.08 (25734.70)	1108.559 (3110.70)	56.3242 (197.37)	36.2810 (215.97)
2016	27.4831 (90.00)	2.5158 (15.80)	20792.08 (25734.70)	1108.559 (3110.70)	57.1574 (200.85)	36.5621 (217.35)
2017	25.5238 (58.67)	2.2202 (12.22)	19839.57 (25178.34)	1101.68 (3105.69)	55.3399 (197.88)	36.8641 (218.85)
2018	20.3968 (53.73)	2.1973 (11.97)	19839.57 (25178.34)	1101.68 (3105.69)	55.9299 (199.46)	37.0036 (220.42)
2019	19.8492 (38.72)	1.9695 (11.87)	19839.57 (25178.34)	1101.68 (3105.69)	56.7148 (202.91)	37.2890 (221.87)
2020	20.7302 (45.69)	1.9262 (10.72)	19839.57 (25178.34)	1101.68 (3105.69)	57.4886 (206.31)	37.5665 (223.26)
2021	28.0394 (66.60)	2.1459 (14.23)	20007.60 (25149.61)	1094.317 (3058.08)	57.9990 (208.86)	37.8379 (224.63)
2022	35.3937 (93.04)	2.7762 (12.66)	20007.60 (25149.61)	1094.317 (3058.08)	54.7963 (190.33)	36.8994 (218.98)

Fonte: Elaborado pela autora.

Por fim, os dados sobre desmatamento foram obtidos da plataforma MapBiomas. A área desmatada por município foi obtida para cada ano do período analisado, permitindo a construção de variáveis de desmatamento relativo à área total dos municípios. Além disso, analisamos as estatísticas das duas variáveis de interesse que são infrações por área e área desmatada por área total. A Tabela 3 mostra esses resultados.

Tabela 3 - Estatísticas Descritivas

	Área Desmatada		Infrações / Área		Área Desmatada / Área	
	Tratado	Controle	Tratado	Controle	Tratado	Controle
2003	675.3864 (1435.35)	446.4885 (714.23)	1.951162 (4.26)	6.1224 (24.06)	63.72623 (113.29)	582.93 (277.10)
2004	890.8125 (1568.88)	459.1788 (738.38)	2.570162 (4.12)	8.7476 (38.33)	85.15707 (119.45)	593.2613 (273.70)
2005	1018.118 (1639.88)	467.1548 (752.75)	2.478698 (4.81)	10.9300 (43.99)	89.09407 (120.83)	602.6956 (270.78)
2006	1144.143 (1674.09)	473.0006 (761.55)	2.540531 (3.29)	7.7315 (41.82)	106.7883 (141.67)	611.2486 (269.01)
2007	1187.549 (1700.75)	478.4402 (771.12)	2.885627 (3.92)	9.2486 (53.48)	110.3101 (141.24)	616.7429 (267.10)
2008	1293.775 (1826.28)	483.8469 (779.26)	2.757853 (4.91)	10.3314 (64.35)	116.7134 (148.51)	621.9609 (265.52)
2009	1326.131 (1868.57)	487.7433 (785.32)	1.898638 (2.54)	6.2589 (29.25)	118.0685 (149.40)	625.0723 (264.15)
2010	1351.933	491.7053	1.830869	5.8287	119.7001	628.1868

	Área Desmatada		Infrações / Área		Área Desmatada / Área	
	Tratado	Controle	Tratado	Controle	Tratado	Controle
	(1892.46)	(791.46)	(2.35)	(26.72)	(150.23)	(262.80)
2011	1363.149	489.7087	1.597247	5.9814	139.2133	634.3504
	(1698.15)	(790.50)	(2.62)	(31.66)	(170.76)	(259.34)
2012	1382.215	493.285	1.367203	6.1796	140.4631	636.5521
	(1722.33)	(796.88)	(2.20)	(34.81)	(171.56)	(258.33)
2013	1407.094	497.5058	1.304474	4.8596	141.9238	639.4376
	(1760.28)	(803.81)	(2.30)	(31.52)	(172.45)	(256.81)
2014	1430.746	501.4187	1.416392	4.6151	143.4347	642.5759
	(1791.29)	(809.45)	(2.44)	(56.96)	(173.27)	(255.65)
2015	1423.258	502.4162	1.425364	5.1337	158.5555	646.1971
	(1792.73)	(810.78)	(3.01)	(48.37)	(185.26)	(253.44)
2016	1455.78	505.3348	1.475345	5.4484	160.4473	648.1131
	(1840.41)	(816.37)	(3.47)	(53.33)	(186.35)	(252.43)
2017	1489.94	506.6215	1.701228	4.1513	173.5641	650.4108
	(1829.94)	(820.49)	(3.67)	(39.74)	(191.72)	(251.50)
2018	1521.712	509.4017	1.289855	4.1102	175.4219	652.4397
	(1879.66)	(825.36)	(3.68)	(35.20)	(192.62)	(250.54)
2019	1566.152	512.3212	1.2733	3.7581	178.0031	654.0365
	(1943.48)	(831.24)	(1.97)	(29.18)	(193.86)	(249.79)
2020	1613.128	515.4287	1.54381	3.5744	180.4867	655.8072
	(2023.89)	(837.67)	(3.92)	(20.28)	(194.98)	(248.74)
2021	1672.415	518.6365	1.950734	4.2303	182.5009	657.781
	(2112.34)	(844.98)	(3.36)	(25.65)	(196.17)	(247.63)
2022	1735.998	522.3641	2.678308	6.0357	185.6825	659.7752
	(2207.73)	(853.05)	(5.19)	(46.33)	(197.51)	(246.47)

Fonte: Elaborado pela autora.

5 ESTRATÉGIA EMPÍRICA

Utilizamos a abordagem de diferença em diferenças desenvolvida por Callaway e Sant'Anna (2021), para estimar os efeitos do ARPA sobre as infrações ambientais e o desmatamento nos municípios brasileiros. Este método é especialmente relevante em cenários com intervenções que ocorrem em diferentes momentos para diferentes unidades de observação, como é o caso das UCs do ARPA, cujas implementações foram distribuídas ao longo de vários anos.

A técnica de diferença em diferenças tradicional assume que há dois grupos – um grupo de tratamento e um grupo de controle – e que o tratamento ocorre em um único ponto no tempo. No entanto, essa abordagem é limitada quando a intervenção ocorre em momentos diferentes para diferentes unidades, como no caso do ARPA. O modelo proposto por Callaway e Sant'Anna supera essa limitação ao lidar com cenários de tratamentos em múltiplos períodos, permitindo o cálculo de efeitos heterogêneos ao longo do tempo, ou seja, os efeitos da intervenção podem variar dependendo do momento em que cada município foi tratado.

O principal parâmetro de interesse no modelo é o Efeito Médio sobre os Tratados (*Average Treatment Effect on the Treated* – ATT), que mede o efeito médio da intervenção sobre as unidades que receberam o tratamento. Para capturar as nuances temporais e heterogêneas da implementação do ARPA, o ATT é calculado de quatro maneiras principais. O efeito médio global do tratamento fornece uma visão abrangente do impacto do programa ao longo do tempo, considerando todos os municípios tratados. Há também o efeito médio do tratamento por grupo, que mede o impacto médio ao longo do tempo para cada grupo de municípios que foi tratado no mesmo ano, oferecendo uma comparação entre grupos de tratamento. O efeito médio por tempo considera o impacto do tratamento em um ano específico, levando em conta todos os grupos que foram tratados até aquele momento.

Por fim, temos o efeito médio por grupo e tempo (*group-time average treatment effect*), que é a principal agregação empregada neste trabalho. Essa medida captura o efeito do tratamento em um grupo de municípios que foi tratado pela primeira vez em um determinado ano, em um período específico. Isso nos permite avaliar de forma detalhada como o ARPA impactou os diferentes grupos de municípios ao longo do tempo, fornecendo uma visão precisa dos efeitos heterogêneos do programa. A equação é denotada por:

$$ATT(g, t) = E[Y_t(g) - Y_t(0) | G_g = 1],$$

onde $Y_t(g)$ representa a variável de interesse (nesse caso, taxa de infrações ambientais ou taxa de desmatamento) para o município tratado no tempo t , $Y_t(0)$ é o resultado caso o município nunca tenha sido tratado, G_g indica que o município foi tratado pela primeira vez no período g , e t representa o período após o tratamento.

O ATT é calculado para cada grupo de municípios que recebeu o tratamento em anos diferentes. A abordagem de Callaway e Sant'Anna permite agregar esses efeitos em um efeito médio ao longo do tempo, levando em consideração as heterogeneidades de tratamento entre os grupos.

Um dos principais pressupostos do modelo de diferença em diferenças é a suposição de tendências paralelas. Essa suposição implica que, na ausência do tratamento, a evolução da variável de interesse seria a mesma para os municípios tratados e para os municípios do grupo de controle. Ou seja, qualquer diferença observada entre os dois grupos após a implementação do ARPA pode ser atribuída ao efeito do programa. Embora essa suposição não seja diretamente testável, ela pode ser verificada parcialmente analisando a evolução das variáveis no período.

Em um cenário de múltiplos períodos, como o da implementação do ARPA, é importante considerar que os efeitos do tratamento podem variar não apenas entre os diferentes grupos tratados em anos distintos, mas também ao longo do tempo dentro de cada grupo. O modelo pressupõe que ninguém é tratado no momento $t=1$ e que uma vez que uma unidade é tratada, essa unidade continuará a ser tratada no período seguinte. A equação geral para a estimativa é dada por:

$$Y_{i,t} = Y_{i,t}(0) + \sum_{g=2}^{\tau} (Y_{i,t}(g) - Y_{i,t}(0)) \cdot G_{i,g}$$

onde $Y_{i,t}$ é a variável de interesse para o município i no período t , $Y_{i,t}(0)$ é o resultado potencial unidade i não ser tratada no momento t , ou seja, se ela permanecer sem tratamento em todos os períodos; $Y_{i,t}(g)$ representa o resultado do município i no momento t se for tratada pela primeira vez no período de tempo g , e $G_{i,g}$ é uma variável binária e é igual a 1 quando o município i recebe o tratamento pela primeira vez no período g .

Outra característica importante do modelo é a flexibilidade na escolha dos grupos de controle. Em vez de um único grupo de controle fixo, a metodologia permite que os municípios tratados mais tarde sejam usados como controles para os municípios tratados mais cedo. Isso melhora a qualidade do contrafactual, especialmente em cenários onde o tratamento se espalha ao longo de múltiplos períodos, como no caso do ARPA.

Essa abordagem evita comparações enviesadas entre municípios que foram tratados em momentos muito diferentes, ao considerar que os municípios que ainda não receberam o tratamento são mais comparáveis aos que estão sendo tratados.

Além do modelo de Callaway e Sant'Anna, foram realizadas análises de robustez adicionais¹ para avaliar a sensibilidade dos resultados a diferentes grupos de controle. Além disso, foram realizados testes complementares², como o pareamento dos municípios por área desmatada e a estratificação por quartis de desmatamento, para garantir que os resultados fossem robustos e consistentes ao longo das diferentes abordagens.

¹ Ver Seção 7.

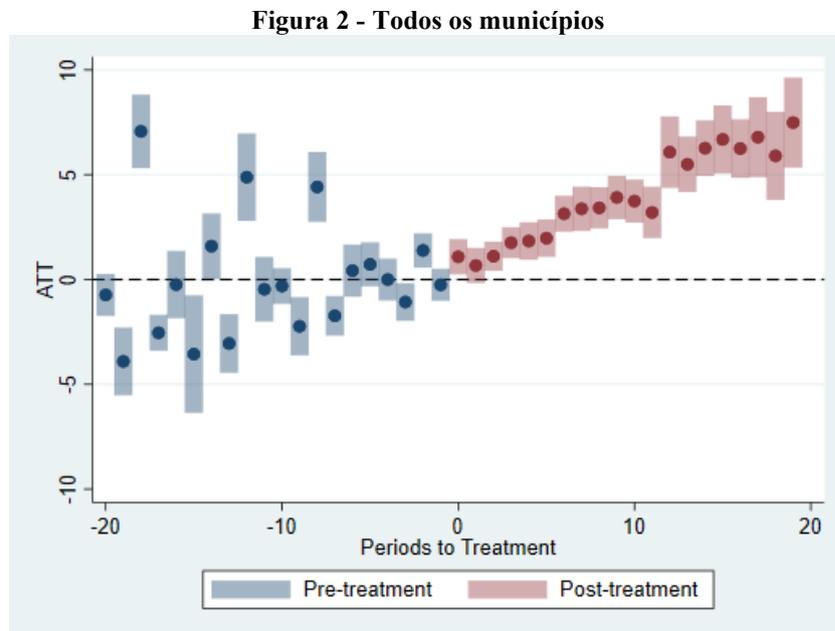
² Ver Apêndices C e D.

6 RESULTADOS

Nesta seção, apresentamos os principais resultados da análise empírica. Nas subseções seguintes, detalhamos os efeitos do Programa Áreas Protegidas da Amazônia (ARPA) sobre as variáveis de interesse. A subseção 7.1 discute os impactos sobre as infrações ambientais, enquanto a subseção 7.2 aborda os efeitos sobre as taxas de desmatamento.

6.1 INFRAÇÕES AMBIENTAIS

Ao analisarmos as infrações ambientais, definidas como a razão entre o número de infrações e a área do município, os resultados revelam uma mudança significativa nas taxas de infrações após a implementação do Programa Áreas Protegidas da Amazônia (ARPA). Conforme a Figura 2, no período antes da implementação do ARPA, os efeitos médios do tratamento sobre os tratados (ATT) flutuam em torno de zero. Isso sugere que, antes da intervenção do programa, não havia grandes diferenças nas taxas de infrações ambientais entre os municípios tratados e o grupo de controle. No entanto, após a implementação do ARPA, nota-se um aumento expressivo nas infrações ambientais nos municípios tratados.



Esse efeito pode ter duas explicações. Primeiramente, como apontado por Uhr *et al.* (2021), o aumento de infrações ao longo dos períodos pós-tratamento pode ser interpretado como resultado de uma intensificação da fiscalização ambiental, levando à maior detecção de

infrações após a criação ou consolidação das Unidades de Conservação. Esse aumento de fiscalização pode gerar um número maior de infrações detectadas, sem necessariamente representar um aumento real nas práticas ilegais.

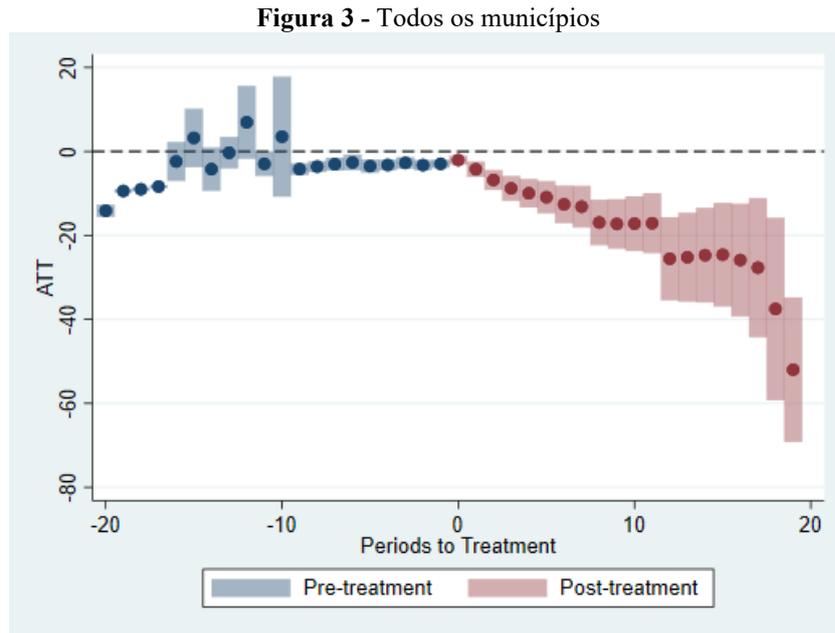
Alternativamente, esse aumento pode indicar que essas áreas enfrentam níveis mais elevados de desmatamento, o que, como discutido por Folharini *et al.* (2021), pode estar relacionado a uma maior exposição a crimes ambientais devido à proximidade dessas áreas a atividades ilegais.

6.2 DESMATAMENTO

A variável analisada para desmatamento, definida como a área desmatada em proporção à área do município, revela uma dinâmica diferente. Para compreender o aumento das infrações ambientais nos municípios que participam do ARPA, utilizamos o desmatamento como um mecanismo de identificação. Ao analisarmos o impacto do ARPA sobre o desmatamento, observamos na Figura 3 uma mudança significativa no período pós-tratamento: os efeitos tornam-se fortemente negativos, indicando uma redução contínua nas taxas de desmatamento ao longo do tempo.

Esses achados são consistentes com a literatura que discute os benefícios das áreas protegidas na mitigação do desmatamento. Estudos como os de Soares-Filho *et al.* (2023) e Amin *et al.* (2019) mostram que as UCs desempenham um papel crucial na proteção das florestas, especialmente na Amazônia, onde os impactos do desmatamento são mais graves.

Esses resultados mostram que o ARPA teve um impacto substancial na preservação das florestas nos municípios tratados, com o efeito de redução se intensificando à medida que o tempo passa desde a implementação do programa.



No entanto, o ARPA parece produzir dois efeitos. Por um lado, houve um aumento nas infrações ambientais registradas, o que pode ser atribuído a um reforço na fiscalização e, conseqüentemente, a uma maior detecção de irregularidades. Por outro lado, o programa contribuiu para a queda significativa das taxas de desmatamento. Esses achados destacam a eficácia do ARPA na proteção ambiental, mas também sugerem que são necessárias políticas complementares para gerenciar o aumento das infrações ambientais nas áreas protegidas¹.

¹ Os resultados também foram estimados dividindo a base em quartis de desmatamento. Todos os testes também foram estimados utilizando o método de Difference-in-Differences com efeitos fixos de dois fatores (two-way fixed effects). Além disso, também foi realizado um pareamento pela área desmatada antes da aplicação do modelo. Por fim, os municípios foram divididos em quartis de desmatamento, e o modelo foi rodado separadamente para cada quartil. Os resultados seguiram corroborando com os principais achados e estarão detalhados no Apêndice deste trabalho.

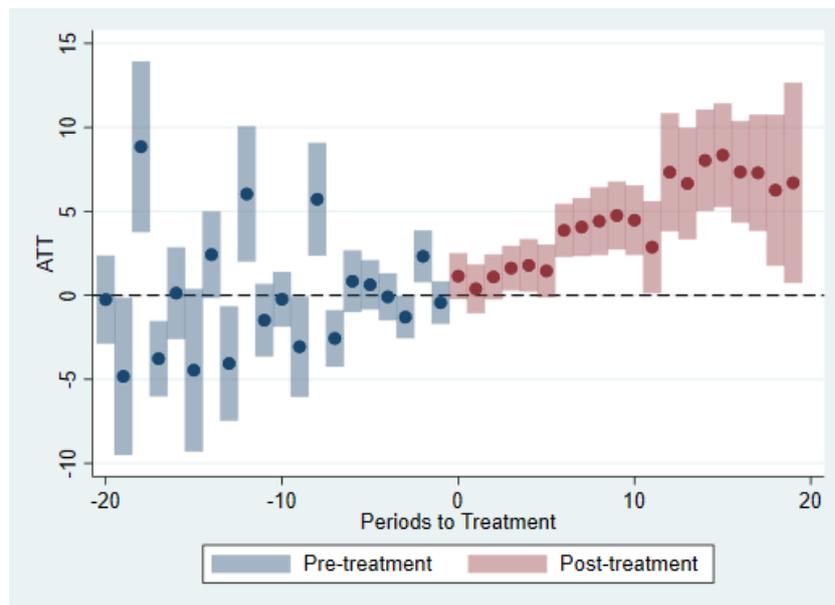
7 ROBUSTEZ

Para verificar a robustez dos resultados, foram realizados testes utilizando diferentes grupos de controle. No primeiro teste, o grupo de controle é composto apenas por municípios que possuem Unidades de Conservação, enquanto no segundo teste, o grupo de controle é limitado a municípios com Unidades de Conservação localizadas na Amazônia Legal.

7.1 INFRAÇÕES AMBIENTAIS

Na Figura 4, que utiliza municípios com Unidades de Conservação em todo o Brasil como grupo de controle, observa-se um aumento nos efeitos estimados, com uma tendência semelhante ao observado anteriormente. Isso sugere que, mesmo quando limitamos o grupo de controle a municípios com Unidades de Conservação, o ARPA ainda promove um aumento nas infrações ambientais nos municípios tratados.

Figura 4 - Municípios com Unidades de Conservação

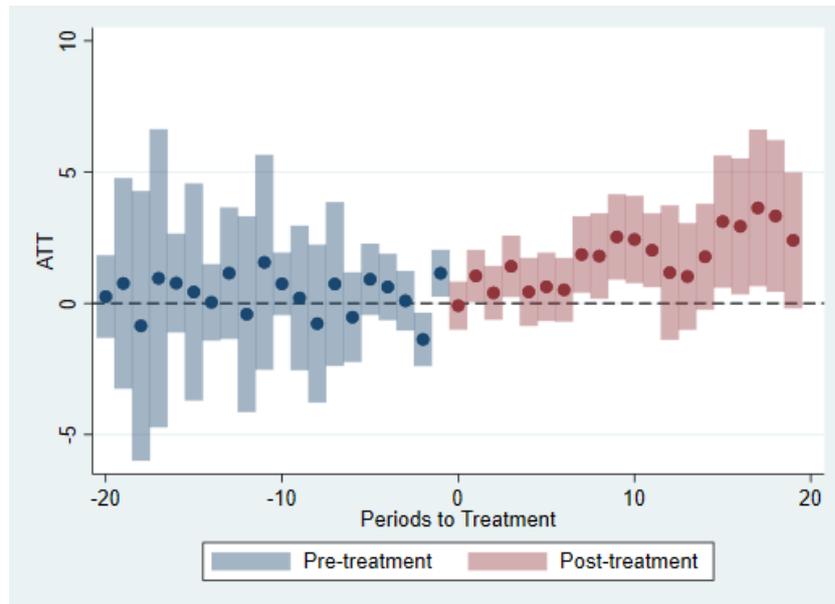


Fonte: Elaborado pela autora.

Utilizando como grupo de controle apenas os municípios com Unidades de Conservação situadas na Amazônia Legal, a Figura 5 mostra que os efeitos estimados novamente mostram um crescimento, embora com flutuações menores em comparação ao primeiro teste de robustez. Esse resultado sugere que o efeito do ARPA nas infrações ambientais é consistente, independentemente da definição do grupo de controle.

Os efeitos do ARPA sobre as infrações ambientais permanecem presentes, com resultados semelhantes ao modelo original, indicando que as conclusões sobre o aumento das infrações ambientais são robustas às diferentes definições do grupo de controle.

Figura 5 - Municípios com UCs e na Amazônia Legal

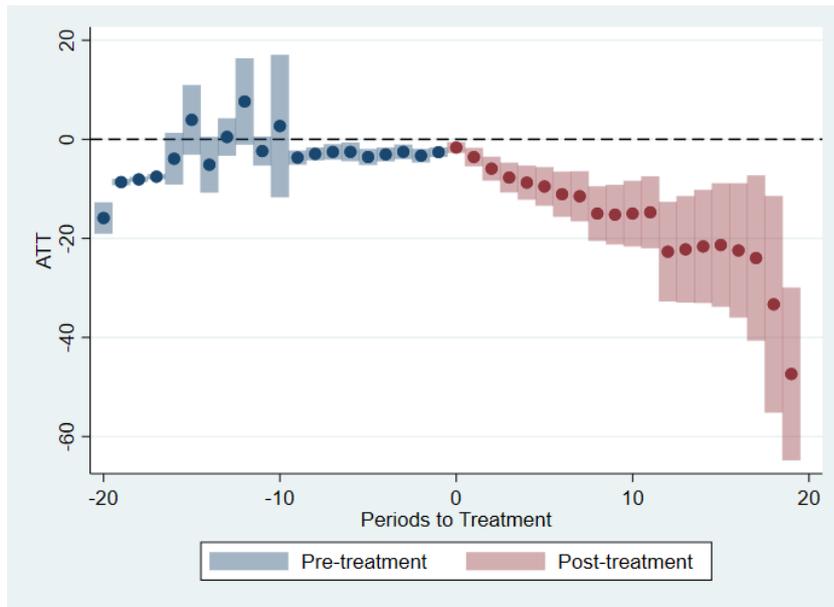


Fonte: Elaborado pela autora.

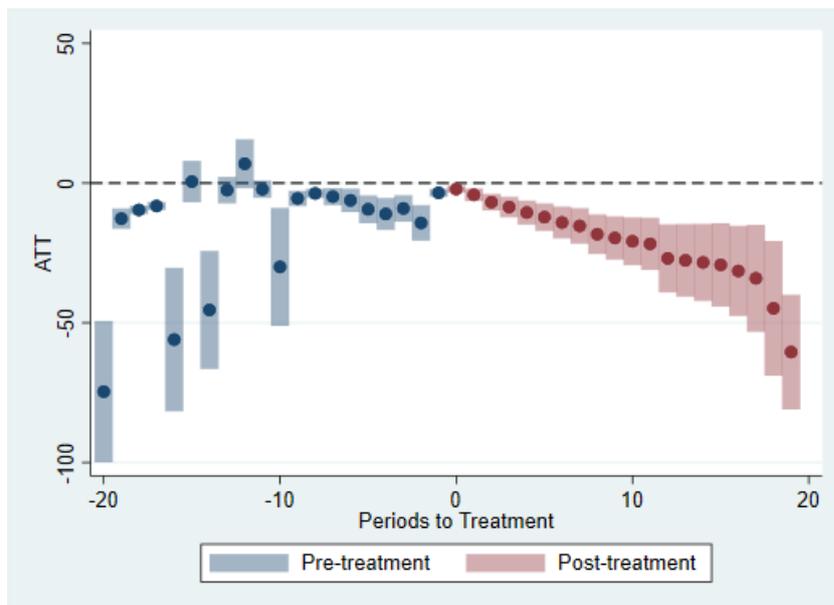
7.2 DESMATAMENTO

Observando apenas municípios que possuem UCs como controle, os resultados da Figura 6 mostram que os efeitos estimados são negativos, mostrando uma redução significativa nas taxas de desmatamento nos municípios tratados. O padrão observado é semelhante ao encontrado na análise principal.

Na Figura 7, que utiliza como grupo de controle apenas os municípios com Unidades de Conservação situadas na Amazônia Legal, observa-se um padrão similar. O período pós-tratamento mostra os efeitos negativamente acentuados. O resultado geral confirma que o ARPA tem um impacto substancial na redução do desmatamento nos municípios tratados.

Figura 6 - Municípios com Unidades de Conservação

Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 7 - Municípios com UCs na Amazônia Legal

Fonte: Elaborado pela autora.

Em ambos os testes de robustez, os resultados indicam que o impacto do ARPA na redução do desmatamento é consistente, independentemente da definição do grupo de controle. Isso reforça a robustez dos resultados principais, indicando que o programa ARPA contribui de forma eficaz para a preservação florestal, tanto em nível nacional quanto na Amazônia Legal.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo teve como objetivo avaliar os impactos do Programa Áreas Protegidas da Amazônia (ARPA) sobre as infrações ambientais e o desmatamento nos municípios brasileiros. Utilizando a metodologia de diferença em diferenças com múltiplos períodos de tempo, desenvolvida por Callaway e Sant'Anna (2021), foi possível analisar o efeito das Unidades de Conservação (UCs) apoiadas pelo ARPA ao longo do tempo. Os resultados fornecem evidências significativas sobre os efeitos heterogêneos do programa, contribuindo para a literatura sobre políticas ambientais e conservação da floresta amazônica.

Os resultados da análise indicam que o ARPA tem dois impactos nos municípios tratados. Por um lado, observou-se uma redução significativa nas taxas de desmatamento ao longo do tempo, sugerindo que o programa é eficaz na proteção das florestas. A redução progressiva do desmatamento nas regiões tratadas pelo ARPA pode ser atribuída à criação e manutenção de Unidades de Conservação que, estabelecem limites legais e mecanismos de fiscalização.

Por outro lado, os resultados também apontam para um aumento nas infrações ambientais registradas nos municípios tratados. Esse aumento pode ser explicado pela maior fiscalização nas áreas protegidas, uma vez que a criação das UCs geralmente implica em maior controle e vigilância sobre atividades ilegais. Assim, o aumento das infrações não necessariamente reflete um agravamento das condições ambientais, mas sim um maior esforço das autoridades para identificar práticas ilegais. Esse fenômeno de aumento inicial das infrações pode ser interpretado como uma consequência natural da intensificação da aplicação da legislação ambiental.

Essa dualidade de efeitos destaca a complexidade da implementação de políticas de conservação ambiental em regiões vulneráveis como a Amazônia. O ARPA, ao criar áreas protegidas, tem um impacto direto sobre a redução do desmatamento, mas também gera uma reação na forma de infrações ambientais. Este resultado sugere que, para maximizar os benefícios da criação de Unidades de Conservação, é necessário um acompanhamento contínuo e um fortalecimento dos mecanismos de fiscalização.

Os testes de robustez realizados, que incluíram o uso de diferentes grupos de controle, confirmaram a robustez dos resultados principais. Ao utilizar municípios com Unidades de Conservação e municípios da Amazônia Legal como grupo de controle, os efeitos observados nas infrações ambientais e no desmatamento mantiveram-se consistentes, reforçando a validade das conclusões.

No entanto, como em qualquer análise empírica, há limitações a serem consideradas. A principal limitação diz respeito à capacidade de medir com precisão o efeito das infrações ambientais, uma vez que os dados podem ser influenciados por fatores como a variação na intensidade da fiscalização e a subnotificação de infrações em áreas de difícil acesso. Além disso, embora o método com múltiplos períodos ofereça uma solução robusta para a análise de intervenções ao longo do tempo, ele depende da suposição de que as tendências de evolução dos resultados entre os grupos de tratamento e controle seriam semelhantes na ausência do tratamento – uma suposição que, embora parcialmente verificável, não pode ser completamente testada.

Outra limitação importante está relacionada à heterogeneidade das UCs em termos de gestão e de contexto local. Nem todas as Unidades de Conservação possuem o mesmo nível de recursos ou a mesma capacidade de implementar e monitorar efetivamente as restrições ambientais impostas pelo ARPA. Fatores como a proximidade de centros urbanos, a existência de atividades econômicas ilegais e o nível de envolvimento das comunidades locais podem influenciar os resultados de maneira diversa, o que sugere que futuros estudos poderiam se concentrar em análises mais desagregadas para capturar essas nuances.

Em linhas gerais, este trabalho oferece contribuições importantes para a literatura sobre conservação ambiental e políticas públicas. Em primeiro lugar, os achados reforçam a ideia de que políticas de conservação, como o ARPA, são eficazes na redução do desmatamento. No entanto, os resultados também sugerem que tais políticas precisam ser acompanhadas de mecanismos eficazes de monitoramento e fiscalização para lidar com as infrações ambientais, que tendem a aumentar com a intensificação do controle estatal.

Em segundo lugar, esta pesquisa ajuda a preencher uma lacuna na literatura. Poucos estudos até o momento haviam examinado o efeito das UCs sobre as infrações. Do ponto de vista das políticas públicas, os resultados indicam que o sucesso do ARPA, e de programas similares, depende não apenas da criação de áreas protegidas, mas também de uma governança eficaz. A criação de UCs, por si só, não é suficiente para garantir a proteção ambiental a longo prazo, especialmente em uma região tão complexa quanto a Amazônia, onde os interesses econômicos e sociais frequentemente entram em conflito com os objetivos de conservação. Políticas complementares podem ser essenciais para garantir o sucesso dessas áreas protegidas.

Dado o escopo limitado de dados e a complexidade da região amazônica, este estudo sugere várias áreas para pesquisas futuras. Primeiramente, futuros estudos podem explorar a heterogeneidade das Unidades de Conservação, analisando mais profundamente como fatores

locais, como a proximidade de áreas urbanas, a densidade populacional e o nível de governança, influenciam o sucesso do ARPA em diferentes contextos.

Em suma, o Programa Áreas Protegidas da Amazônia (ARPA) tem desempenhado um papel fundamental na preservação da floresta amazônica, contribuindo significativamente para a redução do desmatamento. No entanto, o aumento nas infrações ambientais observado nos municípios tratados revela a necessidade de políticas complementares.

REFERÊNCIAS

- AMIN, A.; J.; CHOUMERT-NKOLO; J.-L.; COMBES; P.; COMBES MOTEL; E.N. KÉRÉ, J.-G.; ONGONO-OLINGA, S.; SCHWARTZ. Neighborhood effects in the Brazilian Amazônia: protected areas and deforestation. *Journal of Environmental Economics and Management*, United States, v. 93, p. 272–288, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jeem.2018.11.006>. Acesso em: 7 set. 2023.
- ANDAM, K. S; FERRARO, P.J.; SIMS K.R.E.; HE. Protected areas reduced poverty in Costa Rica and Thailand. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, United States, v. 107, n. 22, p. 9996–10001, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1073/pnas.0914177107>. Acesso em: 9 set. 2023.
- BAN, N. C.; GURNEY, G. G.; MARSHALL, N. A.; WHITNEY, C. K.; MILLS, M.; GELCICH, S.; BENNETT J. N.; MEEHAN, M. C.; BUTLER, C.; BAN, S.; TRAN, T. C.; COX, M. E.; BRESLOW, S. J. Well-being outcomes of marine protected areas. *Nature Sustainability*, United Kingdom, v. 2, n. 6, p. 524–532, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41893-019-0306-2>. Acesso em: 7 set. 2023.
- BARBER, C. P.; COCHRANE, M. A.; SOUZA JR, C. M.; LAURANCE, W. F. Roads, deforestation, and the mitigating effect of protected areas in the Amazon. *Biological Conservation*, United Kingdom, v. 177, p. 203–209, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2014.07.004>. Acesso em: 27 ago. 2023.
- BRASIL. *Decreto nº 10.140, de 28 de novembro de 2019*. Altera o Decreto nº 8.505, de 20 de agosto de 2015, que dispõe sobre o Programa Áreas Protegidas da Amazônia - ARPA. Brasília, 2019. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2019/Decreto/D10140.htm#:~:text=D10140&text=Altera%20o%20Decreto%20n%C2%BA%208.505,%C3%81reas%20Protegidas%20da%20Amaz%C3%B4nia%20%2D%20ARPA.&text=VII%20%2D%20por%20um%20representante%20de,em%20suas%20aus%C3%AAncias%20e%20impedimentos. Acesso em: 15 jul. 2023
- BRASIL. *Decreto nº 4.326, de 8 de agosto de 2002*. Institui, no âmbito do Ministério do Meio Ambiente, o Programa Áreas Protegidas da Amazônia - ARPA, e dá outras providências. Brasília, 2002. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2002/D4326.htm. Acesso em: 15 jul. 2023.
- BRASIL. *Decreto nº 8.505, de 20 de agosto de 2015*. Dispõe sobre o Programa Áreas Protegidas da Amazônia, instituído no âmbito do Ministério do Meio Ambiente. Brasília, 2015. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/decreto/d8505.htm#:~:text=Decreto%20n%C2%BA%208505&text=Disp%C3%B5e%20sobre%20o%20Programa%20%2D%20Protegidas,do%20Minist%C3%A9rio%20do%20Meio%20Ambiente.&text=IV%20%2D%20promover%20a%20conserva%C3%A7%C3%A3o%20da,de%20forma%20descentralizada%20e%20participativa. Acesso em: 15 jul. 2023
- BRASIL. *Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000*. Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Brasília, 2000. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19985.htm#:~:text=LEI%20No%209.985%2C%20DE%2018%20DE%20JULHO%20DE%202000.&text=Regulamenta%20o%20art.%20225%](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19985.htm#:~:text=LEI%20No%209.985%2C%20DE%2018%20DE%20JULHO%20DE%202000.&text=Regulamenta%20o%20art.%20225%20)

2C%20%C2%A7,Natureza%20e%20d%C3%A1%20outras%20provid%C3%AAsncias.
Acesso em: 15 jul. 2023.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente - MMA. **Manual operacional do Programa Áreas Protegidas da Amazônia**. 2019. Disponível em:
<http://diretorio.pre.mma.gov.br/index.php/categories/?title=ARPA&name=&categoria=&unidade=&date-ini=&date-end=>. Acesso em: 7 ago. 2023.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente – MMA. Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC). 2021. Disponível em: www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/areasprotegidasecoturismo/sistema-nacional-de-unidades-de-conservacao-da-natureza-snuc. Acesso em: 15 jul. 2023.

BÜSCHER, B.; WHANDE, W. Whims of the Winds of Time? Emerging Trends in Biodiversity Conservation and Protected Area Management. *Conservation and Society*, India, v. 5, n. 1, p. 22–43, 2007. Disponível em:
https://journals.lww.com/coas/fulltext/2007/05010/Whims_of_the_Winds_of_Time__Emerging_Trends_in.2.aspx. Acesso em: 13 set. 2023.

CALLAWAY, B.; SANT’ANNA, P. H. C. Difference-in-Differences with multiple time periods. *Journal of Econometrics*, Holanda, v. 225, n. 2, p. 200-230, 2021. Disponível em:
<https://doi.org/10.1016/j.jeconom.2020.12.001>. Acesso em: 27 ago. 2023.

CHEHADI, M. F. R.; BARBOSA, J. G. P. Infrações ambientais no município do Rio de Janeiro: uma análise das denúncias do ministério público estadual. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, Brasil, v. 54, 2020. Disponível em: [10.5380/dma.v54i0.70936](https://doi.org/10.5380/dma.v54i0.70936). Acesso em: 14 set. 2023.

CUENCA, P.; ARRIAGADA R.; ECHEVERRIA, C. How much deforestation do protected areas avoid in tropical Andean landscapes? *Environmental Science & Policy*, United Kingdom, v. 56, p. 56–66, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2015.10.014>. Acesso em: 24 ago. 2023.

DELGADO, M. S.; FLORAX, R. J. G. M. Difference-in-differences techniques for spatial data: Local autocorrelation and spatial interaction. *Economics Letters*, Netherlands, v. 137, p. 123-126, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.econlet.2015.10.035>. Acesso em: 24 ago. 2023.

FOLHARINI, S. O.; MELO, S. N.; CAMERON, S. R. Effect of protected areas on forest crimes in Brazil. *Journal of Environmental Planning and Management*, United Kingdom, v. 65, n. 2, p. 272-287, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/09640568.2021.1881885>. Acesso em: 8 ago. 2023.

FUNBIO. **Manual operacional do Programa Áreas Protegidas da Amazônia**. 2017. Disponível em: www.funbio.org.br/wp-content/uploads/2017/12/Manual-Operacional-do-Fundo-de-Transicao_2017.pdf. Acesso em: 26 jul. 2023.

FUNBIO. Programa Áreas Protegidas da Amazônia – ARPA. Disponível em: www.funbio.org.br/programas_e_projetos/programa-arpa-funbio/. Acesso em: 26 jul. 2023.

GAVEAU, D. L.; EPTING, J.; LYNE, O.; LINKIE, M.; KUMARA, I.; KANNINEN, M.; LEADER-WILLIAMS, N. Evaluating whether protected areas reduce tropical deforestation in

Sumatra. *Journal of Biogeography*, United Kingdom, v. 36, n. 11, p. 2165–2175, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2699.2009.02147.x>. Acesso em: 14 set. 2023.

GONÇALVES-SOUZA, D; VILELA, B.; PHALAN B.; DOBROVOLSKI, R. The role of protected areas in maintaining natural vegetation in Brazil. *Science Advances*, United States, v. 7, n. 38, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1126/sciadv.abh2932>. Acesso em: 28 ago. 2023.

HERRERA, D.; PFAFF A.; ROBALINO, J. Impacts of protected areas vary with the level of government: Comparing avoided deforestation across agencies in the Brazilian Amazon. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, United States, v. 116, n. 30, p. 14916–14925, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1073/pnas.1802877116>. Acesso em: 26 jul. 2023.

LE SAOUT, S.; HOFFMANN M.; SHI Y.; HUGHES A.; BERNARD C.; BROOKS T. M.; BERTZKY B.; BUTCHART S. H. M.; STUART S. N.; BADMAN T.; RODRIGUES, A. S. L. Protected areas and effective biodiversity conservation. *Science*, United States, v. 342, n. 6160, p. 803-805, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1126/science.1239268>. Acesso em: 7 set. 2023.

NAIDOO, R.; GERKEY R. D.; HOLE D.; PFAFF A.; ELLIS A. M.; GOLDEN C. D.; HERRERA D.; JOHNSON K.; MULLIGAN M.; RICKETTS T. H.; FISHER B. Evaluating the impacts of protected areas on human well-being across the developing world. *Science Advances*, United States, v. 5, n. 4, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1126/sciadv.aav3006>. Acesso em: 28 ago. 2023.

NIQUITO, T. W.; POZZOBON F.; HALMENSCHLAGER V.; RIBEIRO F. G. Human-made disasters and economic impact for a developing economy: evidence from Brazil. *Natural Hazards*, Holanda, v. 109, n. 3, p. 2313-2341, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11069-021-04921-4>. Acesso em: 7 set. 2023.

OLIVEIRA, A. S.; SOARES-FILHO, B. S.; OLIVEIRA, U.; VAN DER HOFF, R.; CARVALHO-RIBEIRO, S. M.; OLIVEIRA, A. R.; SCHEEPERS, L. C.; VARGAS, B.A.; RAJÃO, R.G. Costs and effectiveness of public and private fire management programs in the Brazilian Amazon and Cerrado. *Forest Policy and Economics*, Holanda, v. 127, p. 102447, jun. 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2021.102447>. Acesso em: 28 ago. 2023.

RAHMAN, M. F.; ISLAM, K. Effectiveness of protected areas in reducing deforestation and forest fragmentation in Bangladesh. *Journal of Environmental Management*, United Kingdom, p. 111711, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.111711>. Acesso em: 8 set. 2023.

ROCHA, R.; SOARES, R. R. Evaluating the impact of community-based health interventions: evidence from Brazil's Family Health Program. *Health Economics*, United States, v. 19, n. S1, p. 126–158, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/hec.1607>. Acesso em: 8 set. 2023.

SOARES-FILHO, B. S.; OLIVEIRA, U.; FERREIRA, M. N.; MARQUES, F. F. C.; DE OLIVEIRA, A. R.; SILVA, F. R.; BÖRNER, J. Contribution of the Amazon protected areas

program to forest conservation. *Biological Conservation*, United Kingdom, v. 279, p. 109928, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2023.109928>. Acesso em: 8 set. 2023.

UHR, J. G.; CHAGAS, A. S.; UHR, D. D. A. P.; PERES, R. P. A study on environmental violations for Brazilian municipalities: A limited information maximum likelihood approach to a spatial dynamic panel data. *Economic Analysis of Law Review*, Brasil, v. 12, n. 3, p. 176–199, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.31501/ealr.v12i3.11815>. Acesso em: 8 set. 2023.

WDPA. *Protected areas*. 2023. Disponível em: <https://www.protectedplanet.net/en/thematic-areas/wdpa?tab=WDPA>. Acesso em: 15 jul. 2023.

APÊNDICE A - UNIDADES DE CONSERVAÇÃO APOIADAS PELO ARPA

UNIDADE	GRUPO	UF	ESFERA	GRAU	FASE	Ano ARPA
EE Alto Maués	PI	AM	Federal	1	III	2015
EE da Terra do Meio	PI	PA	Federal	2	I	2005
EE de Maracá	PI	RR	Federal	2	I	2003
EE de Maracá-Jipioca	PI	AP	Federal	1	II	2011
EE de Niquiá	PI	RR	Federal	1	II	2011
EE do Jari	PI	PA,AP	Federal	1	II	2011
EE do Rio Roosevelt	PI	MT	Estadual	1	II	2011
EE Grão Pará	PI	PA	Estadual	1	II	2011
EE Juami-Japurá	PI	AM	Federal	2	I	2003
EE Jutai Solimões	PI	AM	Federal	1	III	2015
EE Rio Acre	PI	AC	Federal	2	II	2011
EE Rio Ronuro	PI	MT	Estadual	1	I	2008
EE Samuel	PI	RO	Estadual	1	III	2015
EE Serra Três Irmãos	PI	RO	Estadual	1	I	2004
PE Cantão	PI	TO	Estadual	2	I	2005
PE Chandless	PI	AC	Estadual	2	I	2005
PE Corumbiara	PI	RO	Estadual	2	I	2004
PE Cristalino	PI	MT	Estadual	2	I	2006
PE Cristalino II	PI	MT	Estadual	2	I	2006
PE do Matupiri	PI	AM	Estadual	1	II	2011
PE do Sucunduri	PI	AM	Estadual	1	I	2005
PE Guajará-Mirim	PI	RO	Estadual	2	I	2004
PE Guariba	PI	AM	Estadual	1	I	2005
PE Igarapés do Juruena	PI	MT	Estadual	2	I	2005
PE Rio Negro Setor Norte	PI	AM	Estadual	2	I	2004
PE Rio Negro Setor Sul	PI	AM	Estadual	1	II	2011
PE Serra dos Martírios/Andorinhas	PI	PA	Estadual	1	II	2011
PE Serra dos Reis	PI	RO	Estadual	1	III	2015
PE Serra Ricardo Franco	PI	MT	Estadual	1	II	2011
PE Xingu	PI	MT	Estadual	1	I	2005
PN Campos Amazônicos	PI	AM,RO,MT	Federal	2	I	2005
PN da Amazônia	PI	PA,AM	Federal	1	III	2015
PN da Serra do Divisor	PI	AC	Federal	1	I	2003
PN da Serra do Pardo	PI	PA	Federal	2	I	2005
PN de Anavilhanas	PI	AM	Federal	2	I	2003
PN de Pacaás Novos	PI	RO	Federal	1	III	2017
PN do Acari	PI	AM	Federal	1	III	2021
PN do Cabo Orange	PI	AP	Federal	2	I	2003
PN do Jamanxim	PI	PA	Federal	2	II	2011
PN do Jaú	PI	AM	Federal	2	I	2003

UNIDADE	GRUPO	UF	ESFERA	GRAU	FASE	Ano ARPA
PN do Juruena	PI	MT,AM	Federal	1	I	2007
PN do Monte Roraima	PI	RR	Federal	1	III	2017
PN do Rio Novo	PI	PA	Federal	1	I	2005
PN do Viruá	PI	RR	Federal	2	I	2003
PN Mapinguari	PI	AM,RR	Federal	1	III	2015
PN Montanhas do Tumucumaque	PI	AP	Federal	2	I	2003
PN Nascentes do Lago Jari	PI	AM	Federal	1	II	2011
PN Serra da Cutia	PI	RO	Federal	1	I	2003
PN Serra da Mocidade	PI	AM,RR	Federal	1	II	2011
RB de Uatumã	PI	AM	Federal	2	I	2003
RB do Abufari	PI	AM	Federal	1	III	2015
RB do Guaporé	PI	RO	Federal	1	III	2017
RB do Gurupi	PI	MA	Federal	2	II	2011
RB do Jaru	PI	RO	Federal	2	I	2003
RB do Manicoré	PI	AM	Federal	1	III	2021
RB do Rio Trombetas	PI	PA	Federal	2	I	2003
RB do Tapirapé	PI	PA	Federal	2	I	2003
RB Lago Piratuba	PI	AP	Federal	2	I	2003
RB Maicuru	PI	PA	Estadual	1	II	2011
RB Nascentes da Serra do Cachimbo	PI	PA	Federal	1	III	2015
RDS Amanã	US	AM	Estadual	1	II	2011
RDS Bararati	US	AM	Estadual	1	I	2005
RDS Cujubim	US	AM	Estadual	2	II	2011
RDS do Aripuanã	US	AM	Estadual	1	I	2005
RDS do Juma	US	AM	Estadual	1	II	2011
RDS do Rio Iratapuru	US	AP	Estadual	1	II	2011
RDS do Rio Madeira	US	AM	Estadual	1	II	2011
RDS Igapó-Açu	US	AM	Estadual	1	II	2011
RDS Itatupã-Baquiá	US	PA	Federal	1	I	2006
RDS Mamirauá	US	AM	Estadual	1	III	2015
RDS Matupiri	US	AM	Estadual	1	II	2015
RDS Piagaçu-Purus	US	AM	Estadual	1	I	2005
RDS Puranga Conquista	US	AM	Estadual	1	II	2014
RDS Rio Amapá	US	AM	Estadual	1	I	2006
RDS Rio Negro	US	AM	Estadual	1	II	2011
RDS Uacarí	US	AM	Estadual	2	I	2005
RDS Uatumã	US	AM	Estadual	1	II	2011
RESEX Alto Tarauacá	US	AC	Federal	1	I	2006
RESEX Arapixi	US	AM	Federal	1	I	2006
RESEX Arióca Pruanã	US	PA	Federal	1	I	2007
RESEX Auati-Paraná	US	AM	Federal	2	I	2004
RESEX Baixo Juruá	US	AM	Federal	2	I	2004

UNIDADE	GRUPO	UF	ESFERA	GRAU	FASE	Ano ARPA
RESEX Barreiro das Antas	US	RO	Federal	1	I	2003
RESEX Canutama	US	AM	Estadual	1	II	2011
RESEX Catuá-Ipixuna	US	AM	Estadual	2	I	2004
RESEX Chico Mendes	US	AC	Federal	2	II	2011
RESEX de Cururupu	US	MA	Federal	1	II	2011
RESEX do Cazumbá-Iracema	US	AC	Federal	2	I	2003
RESEX do Guariba	US	AM	Estadual	1	I	2011
RESEX do Lago Capanã Grande	US	AM	Federal	2	I	2005
RESEX do Médio Purús	US	AM	Federal	1	I	2008
RESEX do Rio Cautário	US	RO	Federal	1	I	2003
RESEX do Rio Pacaás Novos	US	RO	Estadual	1	III	2015
RESEX Estadual Rio Cautário	US	RO	Estadual	1	II	2011
RESEX Guariba-Roosevelt	US	MT	Estadual	1	II	2011
RESEX Ipaú-Anilzinho	US	PA	Federal	1	I	2006
RESEX Ituxí	US	AM	Federal	1	I	2008
RESEX Mãe Grande de Curuçá	US	PA	Federal	1	III	2015
RESEX Mapuá	US	PA	Federal	1	I	2006
RESEX Maracanã	US	PA	Federal	1	I	2005
RESEX Marinha Chocoaré	US	PA	Federal	1	III	2015
RESEX Marinha Cuinarana	US	PA	Federal	1	III	2015
RESEX Marinha Mestre Lucindo	US	PA	Federal	1	III	2015
RESEX Marinha Mocapajuba	US	PA	Federal	1	III	2015
RESEX Médio Juruá	US	AM	Federal	1	II	2011
RESEX Renascer	US	PA	Federal	1	I	2006
RESEX Rio Cajari	US	AP	Federal	1	II	2011
RESEX Rio Gregório	US	AM	Estadual	1	I	2007
RESEX Rio Iriri	US	PA	Federal	2	I	2005
RESEX Rio Jutai	US	AM	Federal	1	I	2005
RESEX Rio Ouro Preto	US	RO	Federal	2	II	2011
RESEX Rio Preto Jacundá	US	RO	Estadual	1	I	2011
RESEX Rio Unini	US	AM	Federal	1	I	2006
RESEX Rio Xingu	US	PA	Federal	2	I	2005
RESEX Riozinho da Liberdade	US	AC	Federal	1	I	2006
RESEX Riozinho do Anfrísio	US	PA	Federal	2	I	2005
RESEX São João da Ponta	US	PA	Federal	1	III	2015
RESEX Tapajós-Arapiuns	US	PA	Federal	1	III	2015
RESEX Terra Grande Pracuúba	US	PA	Federal	1	I	2007
RESEX Verde para Sempre	US	PA	Federal	2	I	2004

Fonte: Elaborado pela autora.

APÊNDICE B – TABELAS DE RESULTADO

Tabela 1 - Efeitos das Infrações Ambientais

	(1) Todos os municípios	(2) Municípios com UCs	(3) Municípios com UCs na Amazônia Legal
Pre avg	0,0183 (0,09)	0,0200 (0,20)	0,3241 (0,25)
Post avg	4,0077*** (0,47)	4,4945*** (1,05)	1,7200** (0,71)
Tm20	-0,7376 (0,51)	-0,2532 (1,34)	0,2589 (0,80)
Tm19	-3,9083*** (0,82)	-4,8282** (2,39)	0,7626 (2,05)
Tm18	7,0663*** (0,89)	8,8463*** (2,60)	-0,8564 (2,62)
Tm17	-2,5420*** (0,44)	-3,7748*** (1,15)	0,9571 (2,90)
Tm16	-0,2431 (0,82)	0,1273 (1,40)	0,7745 (0,96)
Tm15	-3,5611** (1,43)	-4,4586* (2,48)	0,4341 (2,11)
Tm14	1,5916** (0,79)	2,4209* (1,32)	0,0396 (0,74)
Tm13	-3,0544*** (0,71)	-4,0606** (1,74)	1,1486 (1,28)
Tm12	4,8813*** (1,06)	6,0357*** (2,06)	-0,4110 (1,90)
Tm11	-0,4662 (0,79)	-1,4829 (1,11)	1,5640 (2,09)
Tm10	-0,3116 (0,43)	-0,2342 (0,84)	0,7450 (0,61)
Tm9	-2,232*** (0,71)	-3,0612** (1,53)	0,2061 (1,41)
Tm8	4,4164*** (0,85)	5,7240*** (1,71)	-0,7687 (1,53)
Tm7	-1,7329*** (0,48)	-2,5666*** (0,86)	0,7378 (1,59)
Tm6	0,4228 (0,63)	0,8403 (0,94)	-0,5243 (0,87)
Tm5	0,7216 (0,54)	0,6288 (0,75)	0,9164 (0,69)
Tm4	-0,0022 (0,51)	-0,0901 (0,72)	0,6249 (0,65)
Tm3	-1,0723** (0,46)	-1,2999** (0,64)	0,0996 (0,58)
Tm2	1,3844*** (0,42)	2,3225*** (0,79)	-1,3732*** (0,52)
Tm1	-0,2532 (0,39)	-0,4355 (0,65)	1,1467** (0,46)
Tp0	1,0819** (0,43)	1,1422 (0,70)	-0,0861 (0,47)
Tp1	0,6703 (0,43)	0,3876 (0,74)	1,0453** (0,51)
Tp2	1,1091*** (0,36)	1,0903 (0,69)	0,4024 (0,52)
Tp3	1,7568*** (0,38)	1,6211** (0,68)	1,4102** (0,60)
Tp4	1,8367***	1,7845**	0,4373

	(1) Todos os municípios	(2) Municípios com UCs	(3) Municípios com UCs na Amazônia Legal
	(0,46)	(0,80)	(0,66)
Tp5	1,9726***	1,4520*	0,6327
	(0,46)	(0,80)	(0,67)
Tp6	3,1367***	3,8646***	0,5168
	(0,44)	(0,81)	(0,62)
Tp7	3,3733***	4,0637***	1,8619**
	(0,54)	(0,88)	(0,74)
Tp8	3,4201***	4,4145***	1,8038**
	(0,50)	(1,03)	(0,83)
Tp9	3,9119***	4,7521***	2,5322***
	(0,53)	(1,04)	(0,83)
Tp10	3,7411***	4,4756***	2,4338***
	(0,52)	(1,06)	(0,85)
Tp11	3,2006***	2,8701**	2,0234***
	(0,63)	(1,40)	(0,72)
Tp12	6,0747***	7,3288***	1,1731
	(0,87)	(1,80)	(1,31)
Tp13	5,4959***	6,6591***	1,0238
	(0,68)	(1,70)	(1,04)
Tp14	6,2653***	8,0350***	1,7733*
	(0,68)	(1,54)	(1,03)
Tp15	6,6813***	8,3449***	3,1141**
	(0,83)	(1,58)	(1,29)
Tp16	6,2487***	7,3500***	2,9327**
	(0,71)	(1,54)	(1,32)
Tp17	6,791***	7,2959***	3,6377**
	(0,97)	(1,77)	(1,52)
Tp18	5,898***	6,2568***	3,3303**
	(1,07)	(2,30)	(1,48)
Tp19	7,489***	6,7005**	2,4019*
	(1,10)	(3,04)	(1,32)
N de observações	127,972	43,032	7,654

Fonte: Elaborado pela autora.

Notas: * significativo a 10%, ** significativo a 5%, *** significativo a 1%. Erros padrões entre parênteses.

Tabela 2 - Efeitos do Desmatamento

	(1) Todos os municípios	(2) Municípios com UCs	(3) Municípios com UCs na Amazônia Legal
Pre avg	-3,3101*** (0,78)	-3,1771*** (0,84)	-15,0661*** (2,62)
Post avg	-19,0022*** (3,68)	-16,7279*** (3,74)	-21,8801*** (4,68)
Tm20	-14,1281** (0,75)	-15,8856*** (1,62)	-74,6376*** (12,90)
Tm19	-9,4035*** (0,20)	-8,6290*** (0,33)	-12,7218*** (1,87)
Tm18	-8,9999*** (0,19)	-8,0880*** (0,27)	-9,5857*** (0,78)
Tm17	-8,3604*** (0,18)	-7,5397*** (0,27)	-8,2078*** (0,74)
Tm16	-2,3866 (2,37)	-3,9158 (2,66)	-56,0234*** (13,11)
Tm15	3,2241 (3,56)	3,9258 (3,59)	0,5303 (3,79)
Tm14	-4,2093 (2,65)	-5,1257* (2,87)	-45,4062*** (10,78)
Tm13	-0,3028 (1,92)	,4707 (1,93)	-2,5212 (2,42)
Tm12	6,9388 (4,44)	7,6428* (4,45)	6,9264 (4,47)
Tm11	-2,9582** (1,48)	-2,3681 (1,50)	-2,2064 (1,58)
Tm10	3,5242 (7,30)	2,6833 (7,34)	-30,0062*** (10,78)
Tm9	-4,2146*** (0,72)	-3,6880*** (0,73)	-5,5014*** (1,40)
Tm8	-3,5997*** (0,66)	-2,9441*** (0,67)	-3,7047*** (0,84)
Tm7	-3,0473*** (0,79)	-2,5341*** (0,80)	-4,8518*** (1,57)
Tm6	-2,6259*** (0,95)	-2,5343*** (0,97)	-6,1740*** (2,14)
Tm5	-3,4946*** (0,81)	-3,5610*** (0,83)	-9,3834*** (2,55)
Tm4	-3,2174*** (0,66)	-3,0455*** (0,72)	-11,0391*** (2,92)
Tm3	-2,7342*** (0,71)	-2,5185*** (0,75)	-9,0745*** (2,42)
Tm2	-3,2518*** (0,63)	-3,2944*** (0,71)	-14,2452*** (3,24)
Tm1	-2,9545*** (0,49)	-2,5933*** (0,50)	-3,4889*** (0,71)
Tp0	-2,0501*** (0,55)	-1,6641*** (0,56)	-2,1598*** (0,65)
Tp1	-4,2431*** (0,94)	-3,5833*** (0,95)	-4,2048*** (1,14)
Tp2	-6,7855*** (1,22)	-5,9165*** (1,24)	-6,8297*** (1,53)
Tp3	-8,7873*** (1,52)	-7,7140*** (1,54)	-8,5757*** (1,88)
Tp4	-9,9604*** (1,74)	-8,7438*** (1,76)	-10,5541*** (2,20)
Tp5	-10,8955*** (1,97)	-9,5147*** (1,20)	-12,1941*** (2,52)

	(1) Todos os municípios	(2) Municípios com UCs	(3) Municípios com UCs na Amazônia Legal
Tp6	-12,5960*** (2,30)	-11,0791*** (2,33)	-14,1069*** (2,92)
Tp7	-13,1567*** (2,55)	-11,4953*** (2,58)	-15,3286*** (3,25)
Tp8	-16,9267*** (2,77)	-14,9845*** (2,82)	-18,2941*** (3,61)
Tp9	-17,2591*** (3,01)	-15,2031*** (3,07)	-19,6491*** (3,96)
Tp10	-17,1913*** (3,33)	-14,9941*** (3,39)	-20,8369*** (4,37)
Tp11	-17,0941*** (3,66)	-14,7337*** (3,71)	-21,7399*** (4,76)
Tp12	-25,5489*** (5,06)	-22,6825*** (5,13)	-26,9557*** (6,23)
Tp13	-25,1976*** (5,42)	-22,2061*** (5,49)	-27,6614*** (6,64)
Tp14	-24,7098*** (5,76)	-21,6215*** (5,83)	-28,4129*** (7,04)
Tp15	-24,6026*** (6,30)	-21,3434*** (6,37)	-29,2749*** (7,60)
Tp16	-25,8583*** (6,86)	-22,4323*** (6,93)	-31,4403*** (8,24)
Tp17	-27,6843*** (8,46)	-23,9620*** (8,52)	-34,0884*** (9,78)
Tp18	-37,5111*** (11,10)	-33,3119*** (11,16)	-44,8196*** (12,31)
Tp19	-51,9849*** (8,79)	-47,3718*** (8,90)	-60,4758*** (10,46)
N de observações	127,972	43,032	7,654

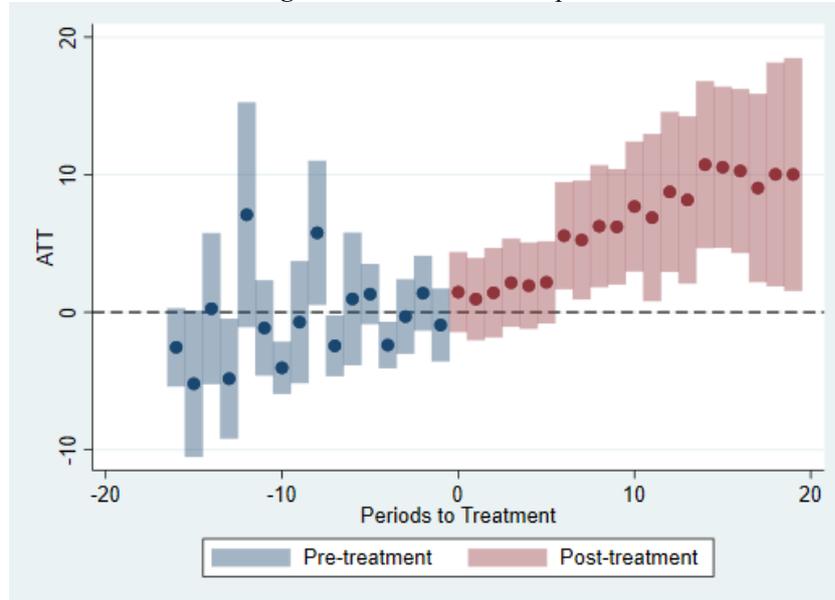
Fonte: Elaborado pela autora.

Notas: * significativo a 10%, ** significativo a 5%, *** significativo a 1%. Erros padrões entre parênteses.

APÊNDICE C – QUARTIS DE DESMATAMENTO

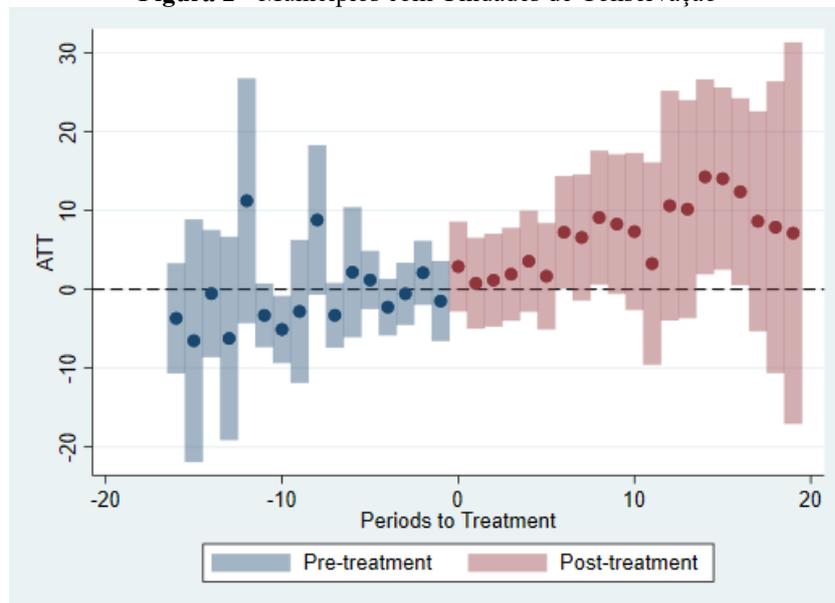
1. Quartil 1

Figura 1 - Todos os municípios

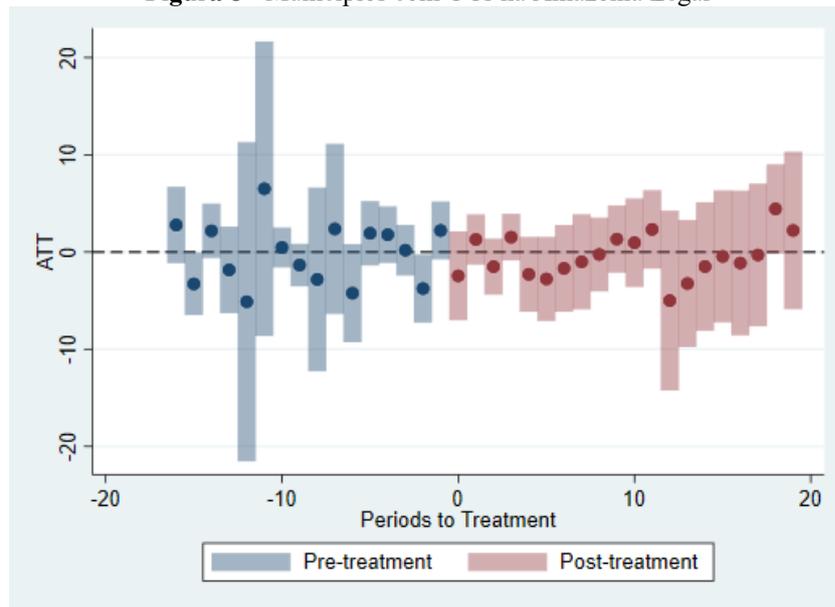


Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 2 - Municípios com Unidades de Conservação



Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 8 - Municípios com UCs na Amazônia Legal

Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela 1 - Quartil 1 - Resultados

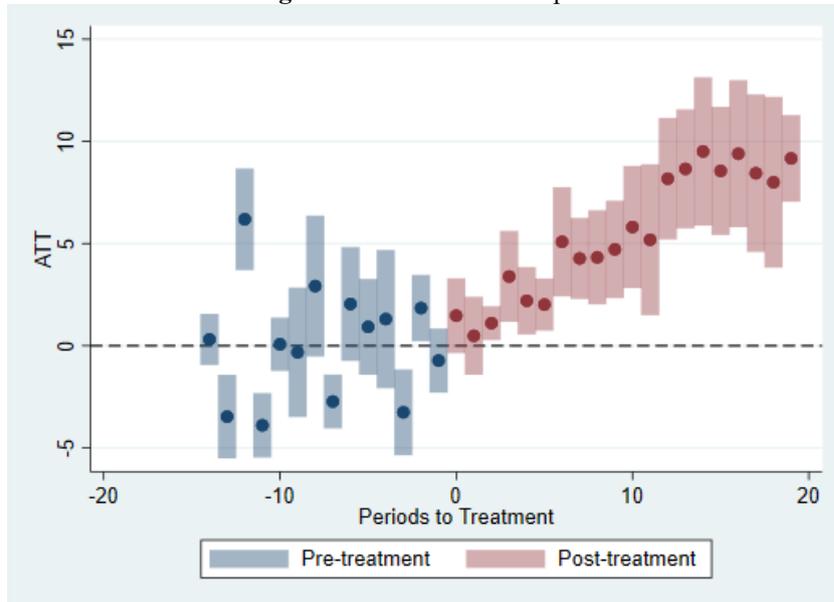
	(1) Todos os municípios	(2) Municípios com UCs	(3) Municípios com UCs na Amazônia Legal
Pre avg	-0,4837 (0,29)	-0,6477 (0,74)	-0,1233 (0,38)
Post avg	6,2720*** (2,10)	6,940 (4,56)	-0,4755 (1,95)
Tm16	-2,5484* (1,45)	-3,678 (3,57)	2,780 (2,01)
Tm15	-5,1955* (2,72)	-6,527 (7,86)	-3,280** (1,64)
Tm14	0,2614 (2,80)	-0,546 (4,12)	2,180 (1,43)
Tm13	-4,8304** (2,23)	-6,234 (6,59)	-1,845 (2,27)
Tm12	7,0883* (4,17)	1,123 (7,93)	-5,112 (8,38)
Tm11	-1,1397 (1,77)	-3,303 (2,07)	6,509 (7,73)
Tm10	-4,0370*** (0,97)	-5,094** (2,18)	0,4675 (1,05)
Tm9	-0,7175 (2,27)	-2,812 (4,63)	-1,344 (1,12)
Tm8	5,7754** (2,68)	8,794** (4,84)	-2,822 (4,83)
Tm7	-2,4400** (1,13)	-3,299 (2,10)	2,375 (4,47)
Tm6	0,9686 (2,46)	2,168 (4,22)	-4,233 (2,58)
Tm5	1,3182 (1,12)	1,180 (1,89)	1,925 (1,69)
Tm4	-2,3856*** (0,86)	-2,266 (1,84)	1,782 (1,49)
Tm3	-0,3108 (1,39)	-0,577 (2,02)	0,1863 (1,33)
Tm2	1,3823 (1,39)	2,091 (2,07)	-3,758** (1,79)

	(1) Todos os municípios	(2) Municípios com UCs	(3) Municípios com UCs na Amazônia Legal
Tm1	-0,9287 (1,36)	-1,493 (2,59)	2,2153 (1,52)
Tp0	1,4633 (1,49)	2,882 (2,91)	-2,452 (2,33)
Tp1	0,9553 (1,53)	0,770 (2,94)	1,291 (1,32)
Tp2	1,4170 (1,66)	1,156 (3,01)	-1,5064 (1,47)
Tp3	2,1479 (1,64)	1,908 (3,01)	1,528 (1,23)
Tp4	1,9284 (1,60)	3,563 (3,27)	-2,294 (1,97)
Tp5	2,1735 (1,53)	1,659 (3,45)	-2,774 (2,21)
Tp6	5,5616*** (1,99)	7,236** (3,64)	-1,682 (2,28)
Tp7	5,2507** (2,20)	6,571 (4,08)	-1,007 (2,50)
Tp8	6,2536*** (2,27)	9,102** (4,34)	-0,2559 (1,94)
Tp9	6,2077*** (2,14)	8,273* (4,52)	1,329 (1,77)
Tp10	7,6832*** (2,41)	7,330 (5,09)	0,9570 (2,33)
Tp11	6,8826** (3,10)	3,262 (6,56)	2,3247 (2,06)
Tp12	8,7460*** (2,97)	1,060 (7,43)	-4,9970 (4,72)
Tp13	8,1621*** (3,11)	1,016 (7,06)	-3,2441 (3,34)
Tp14	10,7269*** (3,10)	1,426** (6,31)	-1,4926 (3,73)
Tp15	10,5449*** (2,99)	1,404** (5,90)	-0,4515 (3,47)
Tp16	10,2687*** (3,04)	1,238** (6,05)	-1,1313 (3,80)
Tp17	9,0324*** (3,49)	8,622 (7,12)	-0,3042 (3,75)
Tp18	10,0209** (4,15)	7,879 (9,44)	4,4342* (2,34)
Tp19	10,0126** (4,32)	7,128 (1,24)	2,2172 (4,14)
N de observações	127,972	43,032	7,654

Fonte: Elaborado pela autora.

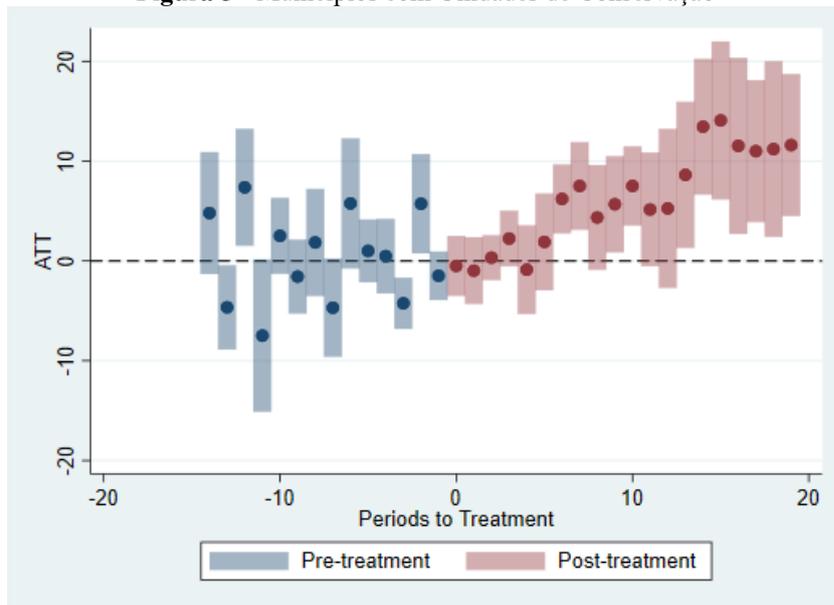
2. Quartil 2

Figura 4 - Todos os municípios

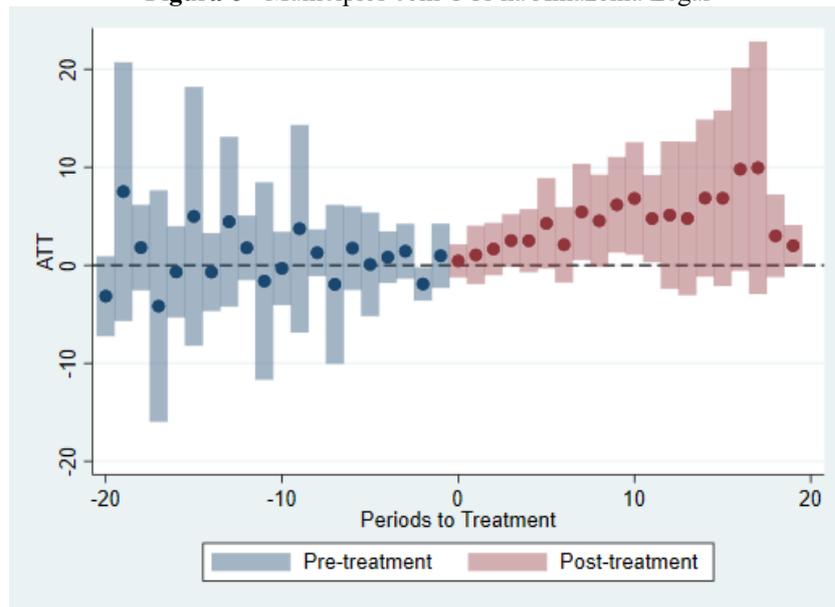


Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 5 - Municípios com Unidades de Conservação



Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 6 - Municípios com UCs na Amazônia Legal

Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela 2 - Quartil 2 - Resultados

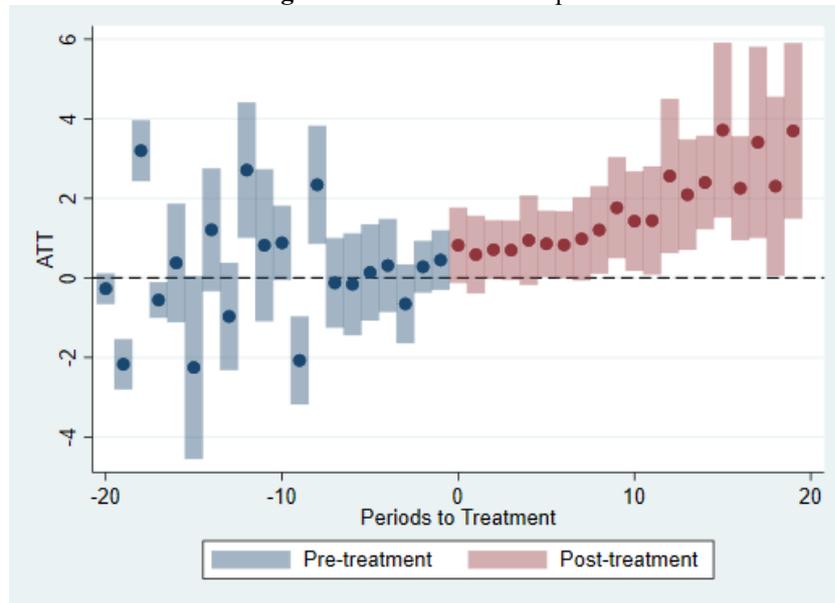
	(1) Todos os municípios	(2) Municípios com UCs	(3) Municípios com UCs na Amazônia Legal
Pre avg	0,0844 (0,11)	0,3839 (0,36)	0,8100 (0,80)
Post avg	5,4978*** (1,06)	6,2634*** (2,08)	4,5363** (2,17)
Tm14	0,3074 (0,64)	4,7964 (3,12)	-3,1509 (2,08)
Tm13	-3,4705*** (1,04)	-4,6477** (2,16)	7,5153 (6,74)
Tm12	6,1874*** (1,27)	7,3760** (2,99)	1,8108 (2,23)
Tm11	-3,8966*** (0,80)	-7,4848* (3,90)	-4,1615 (6,03)
Tm10	0,0708 (0,67)	2,5099 (1,95)	-0,6729 (2,38)
Tm9	-0,3240 (1,62)	-1,5729 (1,90)	4,9983 (6,74)
Tm8	2,9189* (1,76)	1,8501 (2,74)	-0,6918 (2,03)
Tm7	-2,7313*** (0,67)	-4,6889* (2,52)	4,4470 (4,42)
Tm6	2,0418 (1,42)	5,7588* (3,33)	1,7842 (1,68)
Tm5	0,9220 (1,20)	1,0034 (1,61)	-1,6073 (5,14)
Tm4	1,3019 (1,73)	0,4837 (1,91)	-0,3171 (1,91)
Tm3	-3,2597*** (1,07)	-4,2490*** (1,31)	3,7334 (5,41)
Tm2	1,8409** (0,83)	5,7287** (2,54)	1,2801 (1,22)
Tm1	-0,7279 (0,80)	-1,4893 (1,24)	-1,9422 (4,14)
Tp0	1,4682 (0,93)	-0,5015 (1,54)	1,7519 (2,18)

	(1) Todos os municípios	(2) Municípios com UCs	(3) Municípios com UCs na Amazônia Legal
Tp1	0,4852 (0,97)	-0,9734 (1,71)	0,0918 (2,70)
Tp2	1,1036*** (0,42)	0,3302 (1,15)	0,8248 (1,34)
Tp3	3,3902*** (1,13)	2,2414 (1,43)	1,4372 (1,43)
Tp4	2,2016*** (0,84)	-0,8761 (2,27)	-1,9054** (0,87)
Tp5	2,0126*** (0,65)	1,9075 (2,48)	0,9737 (1,67)
Tp6	5,0851*** (1,36)	6,2100*** (1,77)	0,4504 (0,86)
Tp7	4,2709*** (1,01)	7,5057*** (2,25)	1,0636 (1,52)
Tp8	4,3247*** (1,18)	4,3546 (2,69)	1,6620 (1,37)
Tp9	4,7147*** (1,22)	5,6760** (2,46)	2,5260* (1,38)
Tp10	5,8094*** (1,53)	7,50898*** (2,03)	2,5123 (1,65)
Tp11	5,1865*** (1,88)	5,1553* (2,91)	4,2782* (2,36)
Tp12	8,1751*** (1,52)	5,2601 (4,07)	2,1000 (1,97)
Tp13	8,6570*** (1,49)	8,6218** (3,74)	5,4498** (2,51)
Tp14	9,5096*** (1,85)	13,4457*** (3,48)	4,5406* (2,4)
Tp15	8,5555*** (1,60)	14,0710*** (4,04)	6,1755** (2,49)
Tp16	9,3952*** (1,84)	11,5267*** (4,50)	6,8243** (2,93)
Tp17	8,4434*** (1,97)	10,9948*** (3,63)	4,7702** (2,27)
Tp18	8,0003*** (2,13)	11,2023** (4,49)	5,1244 (3,84)
Tp19	9,1662*** (1,08)	11,6069*** (3,63)	4,7828 (4,00)
N de observações	127,972	43,032	7,654

Fonte: Elaborado pela autora.

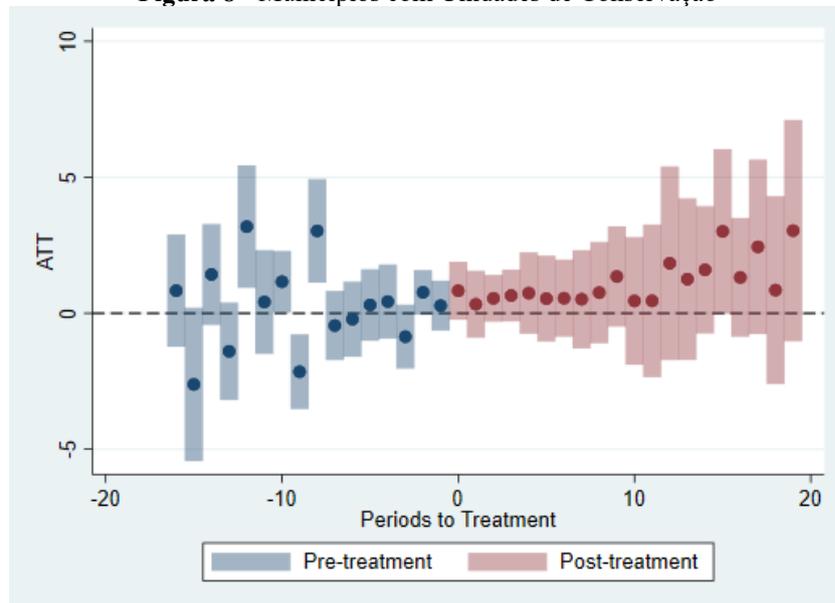
3. Quartil 3

Figura 7 - Todos os municípios

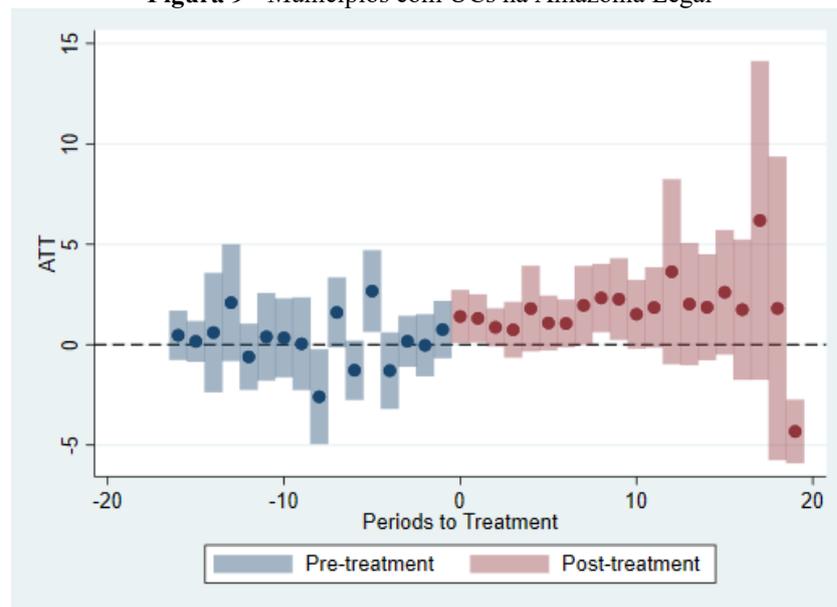


Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 8 - Municípios com Unidades de Conservação



Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 9 - Municípios com UCs na Amazônia Legal

Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela 3 - Quartil 3 - Resultados

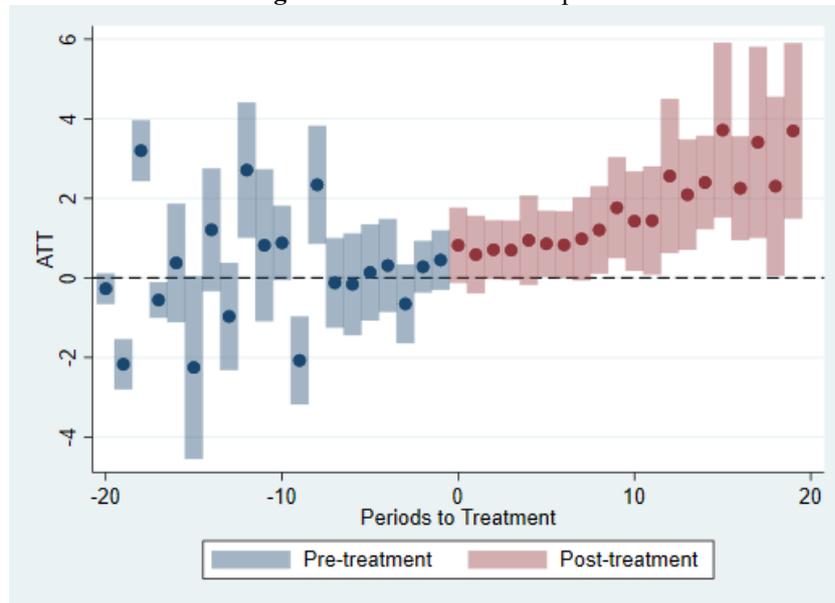
	(1) Todos os municípios	(2) Municípios com UCs	(3) Municípios com UCs na Amazônia Legal
Pre avg	0,2008 (0,18)	-0,0759 (0,22)	0,4605* (0,26)
Post avg	4,9664*** (0,87)	6,0017*** (0,95)	1,2122 (1,45)
Tm14	1,1626 (1,02)	0,1836 (0,71)	2,3337 (1,62)
Tm13	-3,7658*** (0,70)	-3,3284** (1,42)	0,4474 (2,45)
Tm12	5,9948*** (0,92)	6,1347*** (1,37)	-0,4912 (1,41)
Tm11	-3,0488** (1,21)	-2,5194*** (0,98)	-0,8174 (0,93)
Tm10	1,2834 (0,96)	0,4265 (0,71)	2,3787* (1,32)
Tm9	-2,9314** (1,23)	-5,8455*** (1,42)	1,2342 (1,75)
Tm8	3,4845** (1,67)	2,8901 (2,00)	1,3712* (0,76)
Tm7	-2,5761* (1,43)	-3,2753*** (1,03)	-1,4337 (1,06)
Tm6	4,0373 (2,53)	4,7052** (1,91)	0,8198 (1,09)
Tm5	-1,2394 (1,93)	0,3237 (3,03)	0,4058 (1,23)
Tm4	1,6697 (1,25)	0,3745 (1,03)	0,2929 (1,24)
Tm3	-1,5714** (0,70)	-3,0025* (1,54)	-0,5699 (1,04)
Tm2	2,2952* (1,28)	3,7636** (1,51)	0,9583 (1,07)
Tm1	-1,9831** (0,97)	-1,9259* (1,10)	-0,8218 (0,93)
Tp0	0,5560 (0,86)	2,1943 (1,93)	-0,0355 (0,44)

	(1) Todos os municípios	(2) Municípios com UCs	(3) Municípios com UCs na Amazônia Legal
Tp1	0,5263 (0,87)	-1,3133 (1,53)	1,2950* (0,71)
Tp2	1,1144 (0,70)	0,9596 (0,90)	-0,7488 (0,87)
Tp3	1,7652** (0,73)	-0,3820 (0,84)	-0,3058 (0,94)
Tp4	3,3799** (1,60)	-0,2474 (0,79)	-0,6412 (0,92)
Tp5	4,8488* (2,55)	-1,6350* (0,92)	-0,0373 (0,89)
Tp6	4,5625*** (1,10)	2,1584** (0,89)	-0,8345 (1,11)
Tp7	5,9646** (2,50)	2,1329*** (0,81)	0,2259 (1,04)
Tp8	3,5904*** (1,16)	3,2808*** (0,96)	-0,1514 (0,95)
Tp9	4,0920*** (0,95)	3,5488*** (0,97)	-0,0207 (1,24)
Tp10	4,3587*** (0,76)	5,4004*** (1,37)	0,4631 (1,53)
Tp11	3,5841*** (1,17)	3,1656*** (0,72)	0,6859 (1,68)
Tp12	5,4760*** (1,18)	4,8525*** (1,21)	0,8375 (1,71)
Tp13	5,5159*** (1,27)	4,7925*** (1,37)	0,8935 (1,43)
Tp14	5,9915*** (1,57)	5,0568*** (0,89)	1,3039 (2,18)
Tp15	6,1832*** (1,61)	5,9742*** (1,06)	1,8142 (1,94)
Tp16	8,3256*** (1,70)	6,4753*** (1,04)	2,0347 (1,82)
Tp17	12,7329*** (4,63)	4,7738*** (1,34)	5,6154* (3,29)
Tp18	8,7434*** (1,10)	6,9108*** (1,71)	2,6337 (2,34)
Tp19	8,0162*** (1,25)	5,9546*** (1,47)	2,1060 (2,53)
N de observações	127,972	43,032	7,654

Fonte: Elaborado pela autora.

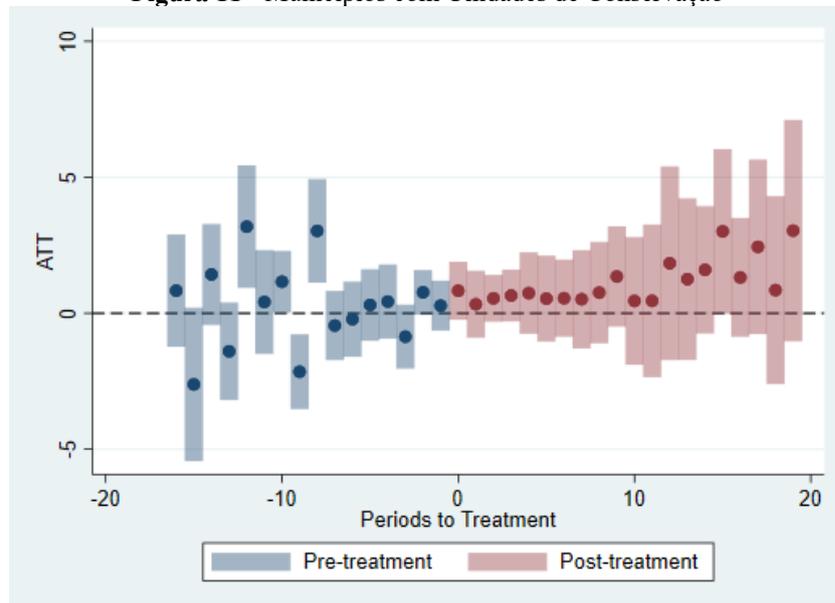
4. Quartil 4

Figura 10 - Todos os municípios

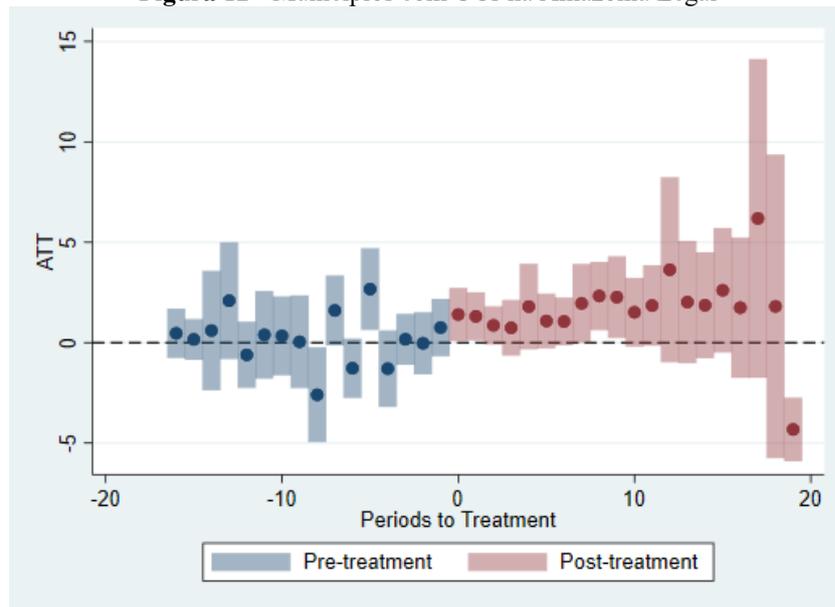


Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 11 - Municípios com Unidades de Conservação



Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 12 - Municípios com UCs na Amazônia Legal

Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela 4 - Quartil 4 - Resultados

	(1) Todos os municípios	(2) Municípios com UCs	(3) Municípios com UCs na Amazônia Legal
Pre avg	0,1730*** (0,06)	0,2575** (0,11)	0,2180* (0,13)
Post avg	1,7337*** (0,46)	1,1529 (0,89)	1,6853* (0,95)
Tm20	-0,2733 (0,20)	0,8302 (1,05)	0,4649 (0,63)
Tm19	-2,1716*** (0,32)	-2,6185* (1,44)	0,1607 (0,52)
Tm18	3,1970*** (0,39)	1,4242 (0,95)	0,6041 (1,52)
Tm17	-0,5571** (0,23)	-1,4005 (0,92)	2,0911 (1,49)
Tm16	0,3747 (0,76)	3,1849*** (1,15)	-0,6055 (0,84)
Tm15	-2,2534* (1,17)	0,4130 (0,97)	0,3909 (1,12)
Tm14	1,2081 (0,79)	1,1597** (0,58)	0,3367 (1,00)
Tm13	-0,9705 (0,69)	-2,1510*** (0,70)	0,0451 (1,18)
Tm12	2,7087*** (0,87)	3,0297*** (0,97)	-2,5938** (1,21)
Tm11	0,8192 (0,98)	-0,4517 (0,65)	1,6043* (0,89)
Tm10	0,8800* (0,48)	-0,2192 (0,70)	-1,2743* (0,76)
Tm9	-2,0739*** (0,57)	0,3041 (0,67)	2,6685*** (1,04)
Tm8	2,3400*** (0,76)	0,4296 (0,70)	-1,2956 (0,97)
Tm7	-0,1260 (0,58)	-0,8615 (0,60)	0,1685 (0,65)

	(1) Todos os municípios	(2) Municípios com UCs	(3) Municípios com UCs na Amazônia Legal
Tm6	-0,1621 (0,65)	0,7690* (0,42)	-0,0303 (0,79)
Tm5	0,1361 (0,62)	0,2784 (0,47)	0,7522 (0,73)
Tm4	0,3120 (0,60)	0,8269 (0,54)	1,4056** (0,68)
Tm3	-0,6532 (0,51)	0,3291 (0,63)	1,3120** (0,61)
Tm2	0,2779 (0,33)	0,5478 (0,44)	0,8625* (0,49)
Tm1	0,4469 (0,38)	0,6512 (0,49)	0,7400 (0,71)
Tp0	0,8191* (0,48)	0,7396 (0,76)	1,7977* (1,09)
Tp1	0,5854 (0,50)	0,5374 (0,81)	1,0802 (0,70)
Tp2	0,7091* (0,38)	0,5524 (0,72)	1,0551* (0,61)
Tp3	0,6952* (0,38)	0,5127 (0,92)	1,9572* (1,00)
Tp4	0,9454* (0,57)	0,7577 (0,95)	2,3240*** (0,87)
Tp5	0,8560** (0,43)	1,3490 (0,94)	2,2672** (1,04)
Tp6	0,8301* (0,43)	0,4534 (1,20)	1,5129* (0,88)
Tp7	0,9787* (0,53)	0,4561 (1,43)	1,8489* (1,02)
Tp8	1,2041** (0,56)	1,8381 (1,82)	3,6316 (2,35)
Tp9	1,7644*** (0,65)	1,2536 (1,52)	2,0211 (1,56)
Tp10	1,4252** (0,64)	1,5957 (1,20)	1,8619 (1,35)
Tp11	1,4403** (0,70)	3,0107* (1,54)	2,6101* (1,58)
Tp12	2,5606*** (0,99)	1,3174 (1,11)	1,7421 (1,78)
Tp13	2,0916*** (0,71)	2,4418 (1,64)	6,1893 (4,05)
Tp14	2,3973*** (0,60)	0,8498 (1,76)	1,8085 (3,86)
Tp15	3,7149*** (1,12)	3,0384 (2,08)	-4,3225*** (0,81)
Tp16	2,2530*** (0,67)	0,2575** (0,11)	0,2180* (0,13)
Tp17	3,4066*** (1,23)	1,1529 (0,89)	1,6853* (0,95)
Tp18	2,3030** (1,15)	0,8302 (1,05)	0,4649 (0,63)
Tp19	3,6952*** (1,13)	-2,6185* (1,44)	0,1607 (0,52)
N de observações	127,972	43,032	7,654

Fonte: Elaborado pela autora.

APÊNDICE D – OUTROS MÉTODOS

1. Diferença em Diferenças com efeitos fixos de dois fatores

Tabela 1 - Infrações Ambientais

	(1) Todos os municípios	(2) Municípios com UCs	(3) Municípios com UCs na Amazônia Legal
Tratamento	3.526*** (0.423)	4.513*** (0.811)	1.401* (0.779)
Controle	Sim	Sim	Sim
N de observações	127,971	43,032	7,654

Fonte: Elaborado pela autora.

Notas: * significativo a 10%, ** significativo a 5%, *** significativo a 1%. Erros padrões entre parênteses.

Tabela 2 - Desmatamento

	(1) Todos os municípios	(2) Municípios com UCs	(3) Municípios com UCs na Amazônia Legal
Tratamento	-19.92*** (3.149)	-17.14*** (3.184)	-25.25*** (3.831)
Controle	Sim	Sim	Sim
N de observações	127,971	43,032	7,654

Fonte: Elaborado pela autora.

Notas: * significativo a 10%, ** significativo a 5%, *** significativo a 1%. Erros padrões entre parênteses.

2. Propensity Score Matching pela Área Desmatada

Tabela 3 - Infrações Ambientais

	(1) Todos os municípios	(2) Municípios com UCs	(3) Municípios com UCs na Amazônia Legal
Tratamento	3.660*** (0.347)	4.399*** (0.835)	1.488* (0.829)
Controle	Não	Não	Não
N de observações	127,971	43,032	7,654

Fonte: Elaborado pela autora.

Notas: * significativo a 10%, ** significativo a 5%, *** significativo a 1%. Erros padrões entre parênteses.

3. Quartis de Desmatamento

Tabela 4 - Infrações Ambientais – Quartil 1

	(1) Todos os municípios	(2) Municípios com UCs	(3) Municípios com UCs na Amazônia Legal
Tratamento	5.295*** (0.995)	8.571*** (2.827)	-0.107 (0.942)
Controle	Sim	Sim	Sim
N de observações	31,904	8,934	1,892

Fonte: Elaborado pela autora.

Notas: * significativo a 10%, ** significativo a 5%, *** significativo a 1%. Erros padrões entre parênteses.

Tabela 5 - Infrações Ambientais – Quartil 2

	(1) Todos os municípios	(2) Municípios com UCs	(3) Municípios com UCs na Amazônia Legal
Tratamento	3.957*** (0.510)	5.621*** (0.881)	2.770 (2.414)
Controle	Sim	Sim	Sim
N de observações	31,916	9,128	1,906

Fonte: Elaborado pela autora.

Notas: * significativo a 10%, ** significativo a 5%, *** significativo a 1%. Erros padrões entre parênteses.

Tabela 6 - Infrações Ambientais – Quartil 3

	(1) Todos os municípios	(2) Municípios com UCs	(3) Municípios com UCs na Amazônia Legal
Tratamento	3.796*** (0.824)	5.437*** (1.166)	0.659 (0.746)
Controle	Sim	Sim	Sim
N de observações	31,934	10,626	1,912

Fonte: Elaborado pela autora.

Notas: * significativo a 10%, ** significativo a 5%, *** significativo a 1%. Erros padrões entre parênteses.

Tabela 7 - Infrações Ambientais – Quartil 4

	(1) Todos os municípios	(2) Municípios com UCs	(3) Municípios com UCs na Amazônia Legal
Tratamento	1.333*** (0.441)	1.508** (0.617)	1.690*** (0.531)
Controle	Sim	Sim	Sim
N de observações	31,980	14,242	1,912

Fonte: Elaborado pela autora.

Notas: * significativo a 10%, ** significativo a 5%, *** significativo a 1%. Erros padrões entre parênteses.