



Avaliação do impacto

do Programa Municípios Verdes e do apoio do Imazon sobre o desmatamento no Pará, Brasil

Relatório da Fase 2 entregue a Mercy Corps

Autores: Erin Sills, Diego Herrera, Justin Kirkpatrick, Alexander Pfaff, Subhrendu K. Pattanayak, Luisa Young, David Shoch e Rebecca Dickson

Novembro 2015

Versão 1.3



Índice

Termos e siglas	3
Agradecimentos	4
Resumo Executivo	5
1.0 Apresentação	6
2.0 Formulando a pergunta da pesquisa	7
2.1 Antecedentes e caracterização das intervenções (“tratamentos”).....	7
2.2 Impactos esperados (“desfechos”).....	9
2.3 Seleção para as intervenções do Imazon e PMV.....	9
2.4 Perguntas que buscamos responder	11
3.0 Dados.....	12
3.1 Grupo de doadores	12
3.2 Desfechos – Desmatamento	15
3.3 Variáveis de tratamento e moderador	18
4. Métodos.....	19
5. Estimativas e resultados.....	23
5.1 Regressão do painel de efeitos fixos	23
5.2 Correspondência	24
5.2.1 Impacto do PMV +Imazon10 <i>bundled</i> estimado com SCM.....	26
5.2.2 Impacto do PMV estimado com SCM	30
5.2.3 Impacto do “PMV só no papel” <i>versus</i> “implementação do PMV” estimado com SCM.....	33
5.2.4 Impacto do PMV estimado com Correspondência Padrão.....	33
5.2.5 Efeitos Estimados pela Situação de Posse (local, elegível para CAR e outros).....	37
6. DISCUSSÃO	37
7. Custos das intervenções do Imazon10 e PMV	39
Anexo 1. Definições de variáveis.....	42
Anexo 2 Resultados da SCM.....	47
Anexo 3 Metodologia da SCM	63
Anexo 4 Impactos por Zona de Posse (local, elegível para CAR, outros)	67

Termos e siglas

- APP: Área de Preservação Permanente, incluindo zonas ripárias, encostas e topos de morros designados à proteção florestal pelo Código Florestal Brasileiro
- Lista negra: lista de prioridade federal, estabelecida em 2007, que identifica municípios com altos níveis de desmatamento, administrada pelo MMA
- CAR: Cadastro Ambiental Rural
- DiD: diferenças em diferenças
- Desmatamento bruto: conversão da cobertura florestal madura para algum uso do solo não florestal. Não deve ser confundido com desmatamento líquido, que é a mudança completa na cobertura florestal
- Ibama: Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, órgão ambiental federal
- Imazon: Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia
- IBGE: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
- Imazon10: dez municípios que recebem apoio técnico do Imazon dentro do programa Usaid/Skoll, incluindo Dom Eliseu, Tailândia e Ulianópolis; Brasil Novo, Monte Alegre, Novo Progresso, Novo Repartimento, Santana do Araguaia e Santarém; e Moju (todos também são participantes do PMV).
- Ano de desmatamento do Inpe t: conforme monitorado pelo Inpe, de 1º de agosto do ano t-1 a 31 de julho do ano t
- LULCC: mudança no uso e cobertura do solo (Do inglês *Land Use and Land Cover Change*)
- MMA: Ministério do Meio Ambiente
- MPF: Ministério Público Federal
- PMV: Programa Municípios Verdes
- PMV categoria: categorização dos municípios no Pará, desenvolvida para fins de priorização e planejamento, que inclui i) está na lista negra; ii) é fronteira antiga consolidada ou bem desenvolvida; iii) são áreas florestais ou além da divisa; iv) tem desmatamento monitorado e sob controle, tendo saído da lista negra; e v) está sob pressão de desmatamento ou fronteira ativa, em risco de entrar na lista negra.
- PMV no papel: indicador de que o município assinou acordo com o MPF no Pará e/ou diretamente com o PMV. O ano de tratamento foi definido como o anterior a assinatura do acordo (com MPF ou PMV) com base do calendário de mapeamento do Inpe (Agosto Ano 0 – Julho Ano 1). Excluímos o município de Paragominas porque apesar de ter recebido apoio do Imazon não fazia parte do Imazon10 nem dos 11 municípios que se integraram ao programa após 2011, já que não se esperam efeitos dentro de um espaço de tempo tão reduzido.
- Implementação do PMV: subconjunto de municípios no PMV no papel que alcançaram pelo menos três das seguintes etapas identificadas pelos informantes chaves como as mais importantes para um engajamento ativo no programa: (i) celebrar um pacto contra o desmatamento; (ii) criar um grupo de trabalho para combater o desmatamento; registrar pelo menos a porcentagem média de terras no CAR; (iii) estabelecer pelo menos a estrutura mínima para a governança ambiental municipal.
- PA: Estado do Pará
- PSDB: Partido da Social Democracia Brasileira, partido político do governador do Pará até Dezembro de 2015.
- SCM: metodologia do controle sintético (do inglês *Synthetic control methodology*)

Agradecimentos

Agradecemos o tempo e as contribuições generosas das seguintes pessoas, as quais tiveram importância fundamental em assegurar o foco adequado deste esforço: Amintas Brandão Jr., Adalberto Veríssimo, Andréia Pinto, Carlos Souza, Heron Martins, Mariana Vedoveto, Paulo Amaral e Paulo Barreto, do Imazon; Pércio Barros de Lima, do Sindicato Rural em Paragominas; Adriano Gomes Pascoa, da BEA consultoria; Armino Felipe Zagalo Neto, da Secretaria Municipal do Verde e Meio Ambiente (Semma) de Paragominas; e Justiniano de Queiroz Netto, Denys Pereira e Marussia Whately, do Programa Municípios Verdes. Obtivemos contribuições adicionais sobre as etapas que melhor indicam engajamento municipal e implementação de programas de: Fernanda Gebara, Vinícius Lopes, Cassio Pereira, Podalyro Neto e Estela Neves. Os dados orçamentários foram compilados por Bruno Marianno, que também compartilhou suas perspectivas e conhecimentos acerca do funcionamento destes programas. O texto foi traduzido para o Português e editado por John Moon e Glauca Barreto.

Resumo Executivo

Este relatório documenta uma avaliação dos impactos sobre o desmatamento de dois programas que atuam em conjunto no Estado do Pará, na Amazônia brasileira: i) o Programa Municípios Verdes (PMV); e ii) o Imazon10, uma iniciativa do Imazon para prover assistência técnica a 10 municípios piloto dentro do PMV. Estes programas foram elaborados para ajudar os municípios a atenderem às determinações federais de reduzir o desmatamento – incluindo uma política de 2007 que identifica e pune os municípios com altas taxas de desmatamento (a “lista negra”). A melhor forma de visualizar os dois programas é como um pacote de atividades complementares e interdependentes. O Imazon10 atua auxiliando os municípios na sua participação no PMV. Ambos programas estão em andamento e em expansão: municípios continuam a aderir ao PMV e o Imazon planeja expandir sua assistência técnica para mais 40 municípios.

Para esta avaliação, realizamos uma extensa revisão das metodologias de avaliação aplicáveis e solicitamos opiniões de outros pesquisadores e atores-chave no Pará para orientar o desenvolvimento da nossa abordagem e subsequentemente subsidiar a interpretação das nossas constatações. Nossa equipe reuniu-se com diversos atores para apresentar e discutir os resultados da análise incluindo: Imazon, PMV, governo municipal de Paragominas, além de representantes de outras instituições como TNC, Ipam entre outros.

A abordagem para definir o método estatístico para avaliar o impacto do PMV e Imazon na redução do desmatamento no Pará consistiu nos seguintes passos. Primeiro identificamos os 519 municípios da Amazônia brasileira como “conjunto de doadores” que seria utilizado para as comparações em potencial com os municípios no PMV e Imazon10 (sub-grupos do conjunto de doadores). O passo seguinte foi compilar uma base de dados de variáveis auxiliares (covariáveis) associadas ao desmatamento como fatores geográficos, biofísicos, políticos e econômicos. As fontes de dados contaram com dados do Imazon e fontes do governo brasileiro tais como o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe). O próximo passo foi calibrar e refinar a abordagem avaliando o impacto das ações de controle de desmatamento que ocorreram no município de Paragominas – experiência inspiradora para a criação do PMV no Pará. (Após o refinamento do método, Paragominas foi excluída do conjunto de doadores pois apesar de fazer parte do PMV, recebeu assistência do Imazon fora do apoio da Usaid/Skoll.) Como resultado, identificamos o controle sintético (SCM) como a abordagem mais apropriada.

O viés de seleção ao agruparmos programas intencionalmente focados e voluntários tais como o PMV e Imazon10 pode confundir as estimativas de impacto, a não ser que desfechos contrafatuais sejam estimados usando métodos quase-experimentais. Com base em nossa revisão da literatura e teste em Paragominas, identificamos SCM como a metodologia mais apropriada, considerando nossas perguntas de avaliação e os dados disponíveis. Conduzimos mais de 700 análises separadas para avaliar o impacto de três “tratamentos”: (1) “PMV”, (2) PMV com auxílio do Imazon (“PMV + Imazon10 agrupados,” ou *bundled*) e (3) “engajamento ativo no PMV,” ou seja, a implementação de ações chaves além da assinatura de um acordo. De cada análise, obtivemos uma estimativa dos impactos sobre as taxas anuais do desmatamento bruto desde o início das intervenções (em 2011, 2012 ou 2013) até 2014. Para verificar a robustez, também estimamos uma regressão de painel e empregamos abordagens de correspondência (covariável e *kernel*).

Ao aplicar a SCM à nossa base de dados sobre taxas de desmatamento histórico e características dos municípios, identificamos combinações ponderadas de municípios (“controle sintético”) que melhor representam o que teria acontecido se o PMV ou o Imazon10 não tivesse sido implementado. Isto foi feito com base na correspondência entre o desmatamento nos municípios tratados e nos sintéticos durante o período de calibração pré-tratamento (de 2001 até o início do tratamento em 2011, 2012 ou 2013). Em seguida excluímos os municípios para os quais não conseguimos obter uma boa correspondência durante este período de tempo. Este relatório inclui anexos que especificam os municípios incluídos nos controles sintéticos e os seus pesos. Também mostramos que a média ponderada das covariáveis no controle sintético geralmente é uma correspondência melhor para o município ‘tratado’ no Imazon10 ou PMV do que uma média simples de todos os municípios no conjunto de doadores. Os municípios no controle sintético são extraídos do conjunto de doadores que exclui todos os outros municípios no programa que estão sendo avaliados e inclui apenas municípios com a mesma situação na lista negra (por exemplo, para os municípios tratados constantes na lista negra, o conjunto de

doadores para a contrafactual foi restrita a municípios também na lista negra). Assim, foi possível estimarmos um impacto para um tratamento que está condicionado à condição de estar na lista negra.

Este impacto do tratamento é a diferença entre o desmatamento no município tratado e sua contrafactual correspondente. Para avaliar a significância dos impactos estimados, realizamos “testes placebo” para estabelecer a gama de “efeitos” falsos nos municípios não tratados avaliados como se fossem municípios tratados – os efeitos estimados reais acima do 95º ou abaixo do 5º percentil desta distribuição são interpretados como significantes em termos estatísticos. Nos municípios nos quais as taxas de desmatamento já são baixas (por exemplo, municípios que não constam na lista negra), qualquer possível redução no desmatamento provavelmente estará dentro desta distribuição e, assim, não será estatisticamente distinguível de zero.

Controles sintéticos foram desenvolvidos com base em dados históricos do Inpe sobre desmatamento disponíveis em 2014. Os resultados dos impactos relatados aqui são baseados nas estimativas do desmatamento em 2014 do Inpe divulgadas em agosto de 2015. Calculando a média em cinco municípios com controle sintética de boa qualidade (Ulianópolis, Dom Eliseu, Tailândia, Novo Progresso e Santana do Araguaia), constatamos que o impacto do tratamento PMV + Imazon10 *bundled* nos municípios que constam na lista negra foi reduzir o desmatamento anual em 0,3% ou 21 km² em 2014 (e em 0,1% ou 0,7 km² em 2013). Observamos que os resultados usando a SCM e correspondência padrão geralmente estavam de acordo e que na maioria dos municípios tanto o PMV+Imazon10 *bundled* como o PMV sozinho reduziram significativamente o desmatamento em 2014, mas não o fizeram em 2013. Municípios com reduções significativas no desmatamento tenderam a ser aqueles que começaram mais cedo o tratamento (por exemplo, municípios que aderiram ao PMV em 2010, o primeiro ano do programa), bem como aqueles que implementaram o maior número de etapas do PMV (conforme mostrado nesta versão revisada 1.3). Estas constatações são consistentes com impactos que surgem à medida que diversos componentes dos programas são implementados. Também sugerem a importância de avaliações de mais longo prazo para avaliar impactos que podem levar mais tempo para serem percebidos. Enquanto todos os municípios na lista negra e no PMV menos um estão ativamente engajados na implementação do programa, 85% dos municípios do PMV que não constam na lista negra obtiveram pouco progresso na implementação do programa. Não detectamos qualquer efeito do programa sobre os municípios que não estão na lista negra e que são parte somente do PMV no papel, ao passo que a implementação ativa do programa parece ter causado apenas reduções mínimas no desmatamento nos municípios que não estão na lista negra.

Nossas constatações sugerem que os impactos de curto prazo destes programas sobre o desmatamento são pequenos ou insignificantes. É possível que estes programas tenham impactos de curto prazo sobre desfechos que não analisamos. Por exemplo, é possível que em muitos municípios a lista negra por si só seja suficiente para promover reduções no desmatamento e que o impacto adicional dos programas do PMV e Imazon10 seja reduzir o custo de cumprimento das determinações do governo federal, que, por sua vez, poderá ajudar a sustentar a redução no desmatamento no longo prazo. Alguma consideração deve ser dada a outros impactos potenciais do Imazon e PMV para ajudar a estruturar avaliações subsequentes planejadas para 2015 e 2016.

1.0 Apresentação

O Programa Municípios Verdes (PMV) no estado do Pará (PA) busca engajar governos municipais na redução do desmatamento e no desenvolvimento de alternativas econômicas que não requerem desmatamento, auxiliando, dessa forma, os municípios no cumprimento das metas ambientais estabelecidas pelas políticas nacionais de mitigação da mudança climática. Como parte do apoio para este programa em nível estadual, o Imazon está oferecendo assistência técnica adicional a 10 municípios no programa (Imazon10), selecionados para representar o leque de condições que influenciam o desmatamento no Pará. Até o momento, o Pará é o único estado brasileiro com um programa semelhante ao PMV. Para poder avaliar se este tipo de intervenção será adotada e, no caso de uma decisão positiva, expandi-la para outros estados da Amazônia brasileira, é preciso entender melhor os seus efeitos causais, ou impactos. Embora a finalidade principal do Imazon e da administração do PMV no longo prazo seja gerar desenvolvimento econômico sustentável e estabilizar a cobertura florestal, o seu objetivo imediato é reduzir as taxas de desmatamento bruto. Assim,

nosso foco é estimar os impactos do programa sobre o desmatamento bruto, representado como sendo a porcentagem do município desmatado (conforme medido pelo Inpe de agosto do ano anterior até julho do ano atual). Os desafios para a avaliação de impactos incluem o fato de que i) os municípios foram selecionados para estes programas com base em fatores que também influenciam as suas futuras taxas de desmatamento; ii) o número de unidades tratadas no Imazon10 é muito pequeno, o que limita a potência estatística da maioria dos métodos quase-experimentais; e iii) há um escopo limitado para impactos observáveis considerando que os programas foram implementados há poucos anos e isto no contexto de fortes ações federais para reduzir o desmatamento.

2.0 Formulando a pergunta da pesquisa

2.1 Antecedentes e caracterização das intervenções (“tratamentos”)

Em 2008, o Imazon começou a colaborar com o município de Paragominas para apoiar os seus esforços de melhorar a governança ambiental, desenvolver alternativas econômicas e reduzir o desmatamento para poder sair da “lista negra” federal, ou seja, a lista prioritária do MMA. Tal lista foi estabelecida pelo governo federal em 2007 com o objetivo de concentrar esforços de fiscalização, restringir acesso aos mercados e encorajar melhor governança nos municípios onde estavam ocorrendo as maiores taxas de desmatamento. Um total de 48 municípios já foi incluído na lista negra desde 2007 (Figura 1). Em 2010, Paragominas tornou-se o primeiro município a sair da lista negra. O seu sucesso chamou a atenção de outros municípios na mesma região e do governo estadual. Como resultado, o Imazon buscou verbas para trabalhar com outros municípios, obtendo-a do Fundo Amazônia, que possibilitou expandir a colaboração a outros municípios na mesma região em 2011. No mesmo ano, o governador estabeleceu uma secretaria especial para um programa estadual de municípios verdes, o Programa Municípios Verdes, ou PMV.

Em março de 2011, o governo estadual lançou formalmente o PMV com as metas estabelecidas de promover atividades econômicas sustentáveis e reduzir o desmatamento no estado. O Imazon colabora fortemente com o governo estadual neste programa participando no conselho de gestão e no “observatório ambiental”, que acompanha o progresso na redução do desmatamento e na expansão de registros no CAR (Cadastro Ambiental Rural), assim como fornecendo alertas de desmatamento, que o PMV repassa aos governos municipais. Os municípios podem ingressar no PMV assinando um acordo com o MPF (especificamente o promotor federal do Ministério Público Federal designado no Pará) e/ou assinando um acordo com o PMV.

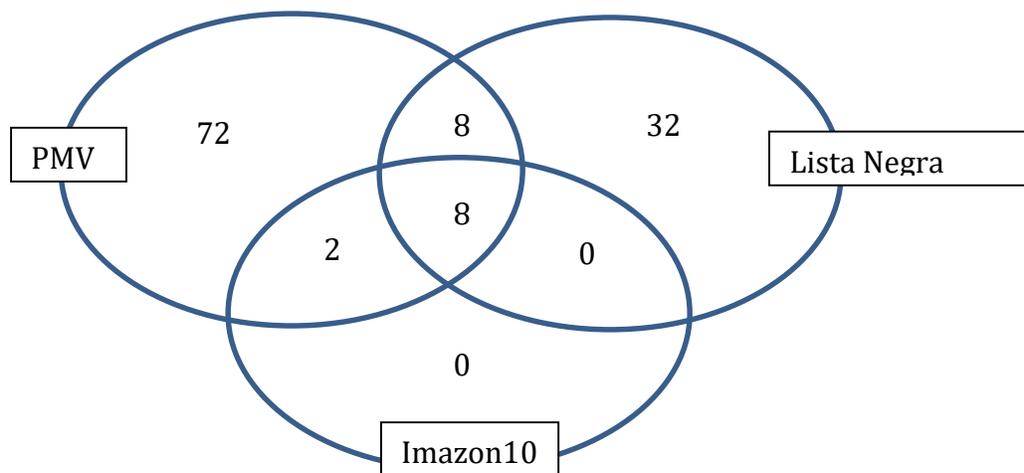
Quando o PMV foi estabelecido, imediatamente incorporou 39 municípios que já haviam assinado acordos com o MPF em 2010. Até julho de 2011 (o final do ano de desmatamento 2011 do Inpe), 91 municípios (incluindo Paragominas) haviam assinado acordos com o MPF e, assim, oficialmente ingressado no PMV (Figura 1.1). Iniciando em 2012, o PMV também assinou diretamente acordos com outros municípios, e até julho de 2014 (o final do ano de desmatamento 2014 do Inpe) outros 11 aderiram assinando acordos com o MPF, o PMV, ou ambos. Municípios com desmatamento significativo normalmente assinam acordos tanto com o MPF como com o PMV. Já os municípios sem desmatamento podem assinar acordos com o PMV para demonstrar o seu apoio ao programa, por exemplo, por meio de iniciativas para melhorar o seu ambiente urbano. Em nossa análise consideramos municípios que se juntaram ao programa até 1º de agosto como parte do “PMV no papel”, definido como um governo municipal que se inscreve no PMV (com base nos registros do governo das datas em que as prefeituras se juntaram ao PMV). Não consideramos os 11 municípios que aderiram ao programa desde então, já que a intervenção foi aplicada muito recentemente para poder apresentar impactos, bem como porque não há “controles” válidos para estimar os desfechos contrafatuais de municípios que aderiram até agosto de 2011. Também excluímos Paragominas, porque não passou pelo mesmo tratamento dado ao resto dos municípios do Imazon10 nem serve como controle válido (Ver Figura 1.1).

Nos seus acordos com o MPF e/ou o PMV as prefeituras comprometeram-se com uma série de ações específicas (ou etapas), porém têm alcançado graus variáveis de progresso na implementação destas etapas, conforme acompanhamento pelo PMV com sua base de dados online. Para identificar as etapas que melhor indicam um engajamento ativo e implementação do PMV, obtivemos contribuições de informantes-chaves, incluindo pesquisadores do Imazon, consultores trabalhando com o PMV, secretários municipais de meio ambiente e representantes de organizações não

governamentais que colaboram com o PMV. Com base nas 11 respostas, identificamos quatro etapas registradas na base de dados do PMV como os melhores indicadores de que um município está implementando o programa. “Implementação do PMV” é definida como a conclusão de pelo menos três das quatro etapas estabelecidas, a saber: celebrar um pacto contra o desmatamento; criar um grupo de trabalho para combater o desmatamento; registrar pelo menos uma porcentagem média de terras no CAR; estabelecer pelo menos a estrutura mínima para a governança ambiental municipal.¹

Nesse contexto do PMV, o Imazon, com financiamento da Usaid-Skoll, firmou parceria com três dos municípios que estabeleceram acordos de cooperação técnica em 2011 (Don Eliseu, Tailândia e Ulianópolis), seis municípios que assinaram acordos de cooperação técnica com o Imazon até o final de 2012, e Moju, que substituiu um dos municípios selecionados originalmente, mas que desistiu do programa em 2013. Todos estes município do “Imazon10” são participantes do PMV no papel e na implementação. O objetivo do Imazon é essencialmente duplicar o “modelo de Paragominas” com estes municípios (cujo número será posteriormente aumentado para mais 40 municípios no PMV), incluindo o desenvolvimento de mapas detalhados e capacidade governamental para facilitar o CAR e posteriormente o licenciamento ambiental. Para atores em outros estados que estão considerando a implementação deste tipo de intervenção (ou seja, o público alvo para expansão), a questão mais relevante é o impacto de implementar o PMV com o nível de apoio proporcionado pelo Imazon. Assim, definimos um “tratamento” de interesse como sendo a adesão ao PMV com o apoio do Imazon, ou o efeito “*bundled*” das intervenções do PMV e Imazon10. Consideramos o período até 2010 como pré-tratamento e o período iniciando em 2013 como tratamento, com variação na forma em que tratamos 2011 e 2012 nos diferentes municípios dada sua entrada escalonada no programa.

Figura 1.1: Contagem dos municípios considerados nesta análise (excluindo Paragominas e municípios que aderiram ao PMV entre agosto de 2011 e o presente).



1

1. Possuir Acordo de Cooperação específico com o PMV.
2. Pacto contra desmatamento celebrado.
3. Grupo de combate ao desmatamento.
4. Proporção de propriedades cadastradas no CAR.
5. Habilitação para gestão ambiental municipal.

2.2 Impactos esperados (“desfechos”)

Embora o PMV e o Imazon concordem com a meta de longo prazo de desenvolvimento econômico com desmatamento líquido zero no Pará (até 2020, de acordo com a matriz lógica do Imazon para o projeto Usaid-Skoll), está igualmente claro que a sua prioridade no curto prazo é reduzir o desmatamento bruto. Desde que começamos a avaliar o impacto do programa há poucos anos, focalizamos o desmatamento bruto: a área de floresta madura original no município convertida para outros usos do solo. Isto não distingue o desmatamento ilegal do desmatamento legal (por exemplo, é permitido desmatar até 20% de propriedades privadas em municípios que não estão na lista negra), nem considera a degradação florestal, nem contabiliza plantações, restauração ou regeneração florestal e a possibilidade de cortar aquela regeneração, tampouco distingue áreas do município sob a jurisdição dos diversos níveis de governo (como áreas protegidas federais X terras municipais com títulos privados).

Nesta versão 1.3 do relatório consideramos ainda se o Imazon10 e o PMV exercem impactos diferentes em áreas sob diferentes situações de posse da terra, especificamente considerando resultados de desmatamento em i) terras elegíveis para registro no CAR (“CAR I”); ii) terras sob controle municipal (“CAR II”); e iii) outras terras, compreendendo em grande parte áreas protegidas federais, recursos indígenas e assentamentos de reforma agrária. Nossa hipótese é que os efeitos provavelmente serão diferentes nas áreas onde o CAR está sendo implementado ativamente e áreas onde o governo municipal possui mais controle direto sobre o uso do solo, comparados a áreas sob controle federal que podem estar sujeitas a atividade ilegal mais difícil de ser controlada pelo governo municipal. Contudo, também é possível que o PMV ou o Imazon10 sejam mais eficazes em áreas federais, como resultado de melhor comunicação e coordenação entre os diversos níveis do governo.

Em qualquer destas áreas o desmatamento anual bruto pode ser representado pela: i) porcentagem desmatada de floresta original remanescente; ii) área desmatada (em quilômetros quadrados); ou iii) porção do município desmatada (quilômetros quadrados desmatados divididos pelos quilômetros quadrados do município). A primeira opção pode ser interpretada como a probabilidade de qualquer área da floresta ser derrubada em um determinado ano. Da perspectiva da modelagem do comportamento dos agentes do desmatamento, o percentual de desmatamento muitas vezes é a medida de desfecho preferida. Todavia, para fins desta avaliação de impacto, a terceira opção é a nossa medida de desfecho preferida para a avaliação de impacto, já que reflete o objetivo primário do programa, requer relativamente pouca manipulação de dados (o desmatamento anual em quilômetros quadrados derivado de *shapefiles* fornecidos pelo Inpe dividido pela área constante do município em quilômetros quadrados) e pode ser resumida em vários anos para calcular os impactos cumulativos. Quase todos os municípios em nossa amostra eram originalmente 100% cobertos por florestas e, dessa forma, o desmatamento bruto como porcentagem do município também representa a porcentagem da cobertura florestal *original* perdida num determinado ano. Ademais, impactos sobre o desmatamento medidos como porcentagem do município podem facilmente ser convertidos em quilômetros quadrados de desmatamento, o que também é relevante no contexto da lista negra.

Uma vez incluído na lista negra, um município só consegue sair se conseguir reduzir o desmatamento bruto para menos de 40 quilômetros quadrados/ano, sem levar em conta o tamanho (aparentemente um esforço deliberado de maximizar a pressão sobre os municípios maiores que são grandes contribuintes às emissões de carbono do Brasil e têm sido geralmente considerados “vilões” pelo fato de ignorarem as atividades descaradamente ilegais praticadas por grandes proprietários de terras). Isto tem sido incorporado ao PMV como meta para todos os municípios participantes. Se a participação no programa significa que os municípios buscam a meta de desmatamento bruto abaixo de 40 quilômetros quadrados/ano, isto sugere que o tratamento é heterogêneo, já que isto geralmente exige que os grandes municípios reduzam o desmatamento muito mais do que os pequenos municípios. Para investigar isto, examinamos a variação nos efeitos em municípios de diferentes tamanhos.

2.3 Seleção para as intervenções do Imazon e PMV

É importante situar o PMV e os esforços do Imazon no contexto de mudanças recentes no âmbito federal no Brasil. Em 2007, um decreto presidencial estabeleceu a base legal para identificar municípios prioritários para a prevenção, monitoramento e controle do desmatamento, incluindo um aumento do esforço fiscalizador do Ibama, restrições sobre a venda de *commodities* e exigências mais rigorosas para o registro de títulos de terras. Em 2008, outro decreto presidencial especificou os processos administrativos para lidar com crimes ambientais, aumentando a clareza, presteza e probabilidade de sanções, por meio de multas, apreensão de insumos de produção e/ou embargos, incluindo a publicação na internet de uma lista de propriedades embargadas. Ademais, o transporte, beneficiamento, troca ou comercialização de produtos de áreas embargadas também passou a ser ilegal. No decorrer de 2009, o MPF estabeleceu diversos acordos com a indústria, produtores e o governo do estado do Pará exigindo que os mesmos parassem o comércio com áreas embargadas e implementassem um sistema de licenciamento ambiental dentro de 12 meses. No mesmo ano, o Pará criou uma versão provisória do CAR, que permitia aos proprietários de terra a inscrição antes de comprovar o título definitivo ou ter a verificação em campo das suas Áreas de Preservação Permanente (APPs). Entretanto, os municípios não conseguiram cumprir com o prazo do MPF para o sistema de licenciamento ambiental, assim, em 2010 e 2011, o MPF assinou outro conjunto de acordos com as prefeituras municipais no Pará, bem como o governo estadual, Ibama e produtores representados pela Faepa (Federação da Agricultura do Estado do Pará). Estes acordos adiaram as exigências para o licenciamento ambiental sob a condição de as prefeituras implementarem uma série de ações para combater o desmatamento, as quais, em 2011, passaram oficialmente a ser as etapas exigidas para implementar o PMV.

Todos os municípios no estado do Pará são elegíveis para aderir ao PMV. A administração do programa categoriza os municípios conforme: sua presença ou não na lista negra federal; se já estiveram na lista negra mas já saíram (com desmatamento “monitorado e sob controle”); sob forte pressão para o desmatamento; se já desmatado em grande parte (“consolidado”) ou com cobertura florestal. O programa prioriza e ativamente encoraja a participação por parte de municípios que estão na lista negra federal e os que estão enfrentando forte pressão para o desmatamento. Entretanto, são as prefeituras que decidem se vão participar. A lista negra federal é a chave para decisões sobre participação, porque as prefeituras esperam que o PMV as ajude ou a evitar a lista negra ou a sair dela, assegurando dessa forma o acesso a crédito e mercados para os seus produtores agrícolas. Esta motivação é fortalecida pela ligação entre o PMV e o MPF, especificamente o escritório do MPF no Pará.

O MPF já demonstrou que pode efetivamente cortar o crédito e o acesso ao mercado para produtores em municípios que não estão cumprindo com acordos para melhorar a governança ambiental municipal, particularmente o acesso a grandes beneficiadores de carne e soja que não só compram a produção como também a financiam. Ao assinar o acordo com o MPF e aderir ao PMV, as prefeituras se comprometem a desenvolver um pacto social para reduzir o desmatamento, estabelecer um grupo de trabalho, monitorar o desmatamento, registrar 80% do município (fora das áreas protegidas) no CAR e ficar fora da lista negra (ao manter o desmatamento abaixo de 40 quilômetros quadrados por ano, independente do tamanho do município). Não dar seguimento ao programa anula a extensão do prazo para o licenciamento ambiental. Nos acordos com municípios, o MPF concordou em envidar todas as medidas possíveis para garantir aos municípios acesso aos órgãos governamentais necessários para registrar e licenciar produtores; atuando com o Inera para assegurar que produtores em conformidade também sejam capazes de registrar as suas terras no sistema CCIR (Certificado de Cadastro de Imóvel Rural); com instituições financeiras para garantir aos produtores acesso ao financiamento e auxiliar as prefeituras com o financiamento de infraestrutura; e trabalhar com os municípios ajudando a gerar benefícios em compensação pela conservação da floresta. O Ibama, o órgão federal responsável pelo meio ambiente, também concordou em não embargar áreas em municípios que estão conseguindo cumprir com estas exigências.

O PMV e o Imazon ajudam diretamente os municípios a cumprir com as exigências dos seus acordos com o MPF e as exigências para sair da lista negra, por exemplo, facilitando o processo de registro no CAR, ajudando as prefeituras na capacitação em Sistema de Informação Geográfica (SIG), encorajando as ONGs no desenvolvimento de mapas de base abrangentes e contratando empresas para ajudarem os pequenos proprietários a se registrarem no CAR. O PMV tem conseguido isto principalmente por meio da coordenação de ações e alocação de recursos de outros órgãos estaduais e federais e ONGs, incluindo o Imazon e outras, tais como a The Nature Conservancy (TNC). Desde julho de 2014, o PMV também administra o seu próprio orçamento, que inclui uma grande contribuição do Fundo Amazônia. O PMV tem desenvolvido campanhas publicitárias para encorajar o registro no CAR e apoiado o estabelecimento de um novo mecanismo legal (COTP ou Certificado de Ocupação de Terra Pública) para certificar que os ocupantes de terras estão em processo de obter o título para terras estaduais, com base no registro com o CAR. Além disso, o PMV fornece um

canal de comunicação entre as prefeituras e a polícia estadual e o Ibama, que por sua vez podem obter apoio da polícia federal para ações de fiscalização. Outros municípios em zonas florestadas e consolidadas possuem diversos motivos para aderir ao PMV, incluindo: i) a oferta de apoio político ao governador (se o prefeito e o governador forem do mesmo partido político); ii) a obtenção de assistência técnica e material do PMV (por exemplo, “kits” para monitorar o desmatamento, incluindo motocicletas, financiados por meio de um empréstimo concedido pelo Banco Mundial ao Estado); iii) obtenção de condição prioritária para assistência do estado (por exemplo, da Secretaria de Estado de Planejamento, Orçamento e Finanças – Sepof); e outros incentivos financeiros que começam este ano (tais como alocação dos 25% do ICMS que é devolvido aos municípios).

Assim, o PMV oferece uma variedade de incentivos à participação, alguns que apelam diretamente às prefeituras (acesso aos kits do Pará Rural, maior participação no ICMS e apoio ao governador quando são do mesmo partido político) e outros que são mais interessantes aos produtores agrícolas (acesso a mercados de carne e soja pela inscrição no CAR, liberação de crédito agrícola subsidiado do governo, títulos de terra provisórios). A parceria com o Imazon basicamente provê uma assistência técnica que possibilita um progresso mais rápido em alcançar as metas do PMV, incluindo a construção da capacidade do governo local em assumir a responsabilidade pelo licenciamento ambiental, que por sua vez beneficia os produtores que não precisarão ir tão longe ou esperar tanto tempo para obter as licenças. Embora o PMV e o Imazon destaquem os múltiplos benefícios do programa para os municípios, fica claro que há custos tanto no lado administrativo como em termos do custo de oportunidade para os produtores que não desmatam. Nos municípios que estão na lista negra, todo desmatamento é ilegal, e dessa forma estes custos de oportunidade podem não ser um componente legítimo da contabilidade de custos sociais. Mesmo assim, a demanda por terra desmatada e o custo de abrir mão daquele desmatamento provavelmente influenciarão as decisões municipais acerca de aderir ou não ao PMV e/ou parceria com o Imazon.

Todos os municípios no PMV são apoiados pelo Imazon por meio de sua participação no programa global; por exemplo, provendo alertas mensais de desmatamento, buscando clareza sobre a divisão das responsabilidades ambientais entre governos estaduais e municipais e estabelecendo critérios para órgãos municipais de meio ambiente. Entretanto, o Imazon também selecionou 10 municípios para um apoio mais intensivo, buscando reproduzir o “modelo de Paragominas”. Especificamente, o Imazon relata que primeiro selecionou os que: i) estavam na “lista negra” federal; ii) tinham grandes áreas de floresta remanescente; e iii) haviam demonstrado interesse em reduzir o desmatamento (por exemplo, assinando um acordo com o MPF ou criando um “pacto social” com atores no município para diminuir o desmatamento). Passaram então a selecionar municípios desta lista, juntamente com dois outros municípios (Monte Alegre e Santarém), de forma a obter um conjunto de municípios bem distribuído em todo o estado que estão enfrentando diferentes pressões de desmatamento (ou seja, especulação *versus* colonização *versus* expansão da pecuária comercial e agricultura). Por exemplo, escolheram Monte Alegre porque este enfrenta a maior pressão de desmatamento na região da Calha Norte, embora não possuísse uma alta taxa de desmatamento com relação ao resto do estado e não estava na lista negra federal. O Imazon havia oferecido apoio semelhante ao município de Paragominas, começando em 2008, e depois expandiu para outros municípios próximos com financiamento do Fundo Amazônia. Vários destes municípios próximos foram também selecionados para o projeto Usaid/Skoll, embora Paragominas não esteja entre os dez (e, portanto, fica excluído da nossa amostra). Alguns dos municípios que o Imazon originalmente identificou como participantes em potencial no programa acabaram decidindo não fazer parceria com o instituto. A decisão destas prefeituras provavelmente está relacionada tanto ao seu nível de interesse em controlar o desmatamento como ao seu apoio para o PMV, que está fortemente identificado com o Imazon e também com o governador do Pará (do Partido da Social Democracia Brasileira – PSDB). Assim, tanto a regra de seleção do Imazon como as decisões das prefeituras em participar ou não estão inerentemente relacionadas – embora não exclusivamente – ao desmatamento. Isto cria um desafio crucial de identificar o impacto causal destas intervenções.

2.4 Perguntas que buscamos responder

Com base em consultas com o Imazon, PMV, Mercy Corps, Skoll e Usaid, identificamos diversas perguntas que são relevantes à reprodução de programas em outros estados da Amazônia Brasileira e que refletem a interdependência entre Imazon10, PMV e lista negra federal:

1. Qual tem sido o impacto sobre o desmatamento de aderir ao PMV assinando um compromisso com o MPF ou PMV não depois de julho de 2011 e receber cooperação técnica e apoio adicional do Imazon? Esta intervenção agregada (*bundled*) “PMV + Imazon10” foi plenamente implementada a partir de 2011, 2012 ou 2013, dependendo do município.
2. Qual tem sido o impacto sobre o desmatamento de aderir ao PMV assinando um compromisso com o MPF ou PMV não depois de julho de 2011 *sem ou o* apoio adicional da intervenção do Imazon10 ou sem necessariamente implementar o PMV. Em outras palavras, qual tem sido o efeito de um governo local comprometer-se com um desenvolvimento de baixo desmatamento assinando acordos com os governos estaduais e federal? Nós nos referimos a esta intervenção simplesmente como “PMV” (ou “PMV apenas no papel” para municípios que aderiram ao PMV, mas não implementaram as suas ações fundamentais).
3. Qual tem sido o impacto sobre o desmatamento de aderir ao PMV assinando um compromisso com o MPF ou PMV não depois de julho de 2011 *e* implementar um conjunto fundamental de ações exigidas pelo PMV? Todos os municípios no Imazon10 e todos menos um município na lista negra do PMV já concluíram as ações fundamentais. Chamamos esta intervenção de “implementação do PMV”. Os municípios nesta intervenção são um subconjunto dos municípios na intervenção PMV.

Resumindo, consideramos como o desmatamento foi afetado i) pela intervenção agregada PMV + Imazon10 e ii) pelo PMV (sem o Imazon10) tanto no papel como na implementação.

3.0 Dados

Compilamos um rico conjunto de dados em painel sobre um grande conjunto de municípios. Nesta seção, primeiro explicamos como definimos o nosso conjunto de doadores, ou a amostra de municípios usada para construir a contrafactual, e então descrevemos o nosso desfecho, tratamento e variáveis moderadoras². Detalhes das covariáveis empregadas são apresentados no Anexo 1.

3.1 Grupo de doadores

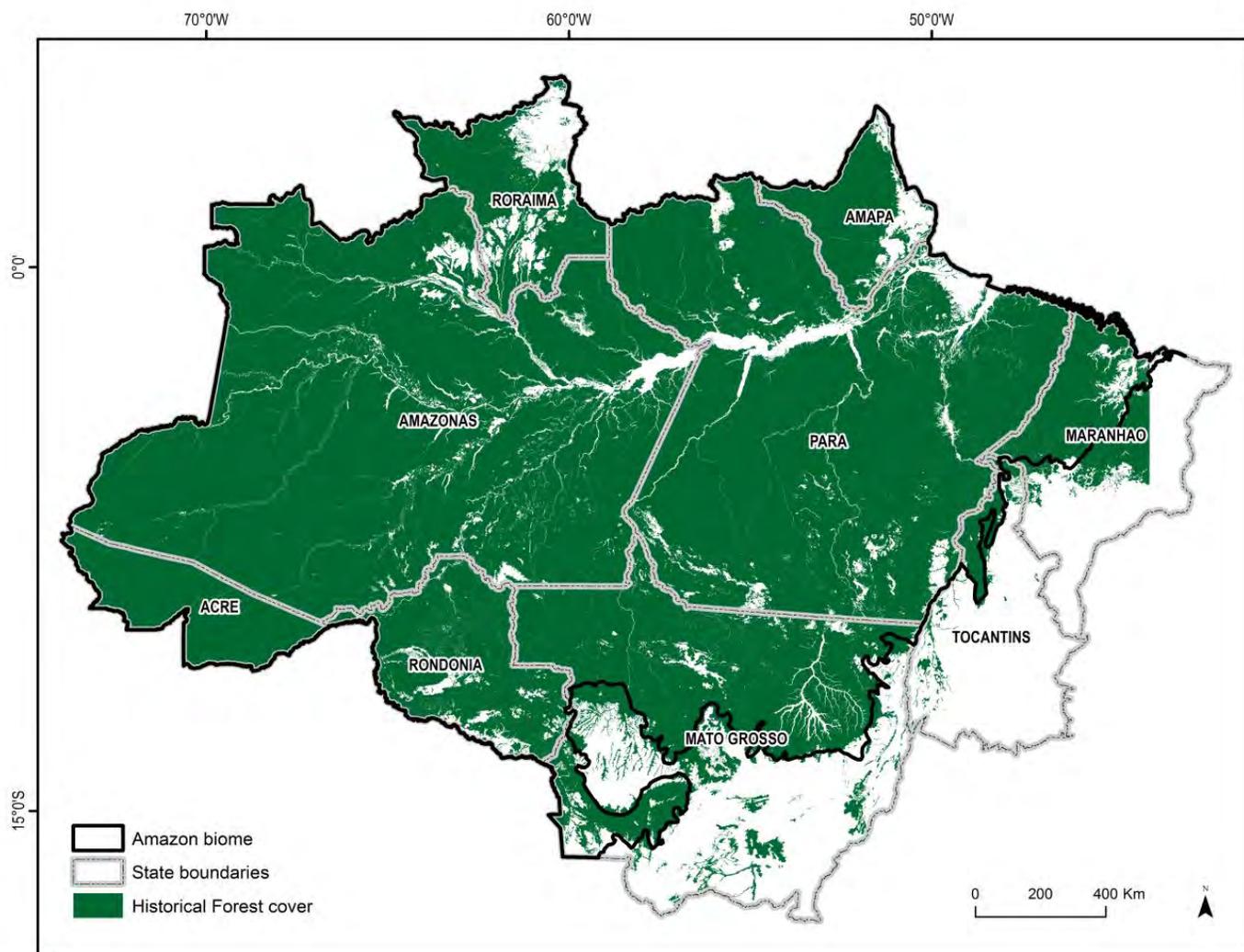
O conjunto de doadores foi definido como sendo todos os municípios no bioma florestal amazônico. Especificamente, um município foi incluído no conjunto de doadores se i) estava plenamente contido dentro dos limites do bioma amazônico publicado pelo IBGE ou ii) cruzava ou fazia fronteira com os limites do bioma amazônico e originalmente pelo menos metade da sua área estava sob cobertura florestal. Referenciamos as divisas municipais do arquivo do IBGE de 2013³, também propomos que este parâmetro seja mantido constante nas avaliações no futuro, para assegurar que todo processamento no futuro possa ser agilizado e não requeira ajustes adicionais às divisas históricas. Para definir a cobertura florestal original ou histórica⁴, usamos os dados do Projeto de Monitoramento da Amazônia Brasileira por Satélite (Prodes), do Inpe, para mapear todas as áreas que já foram categorizadas como florestas (Figura 3.1). Com base nestes critérios, identificamos um conjunto inicial “mestre” de doadores de 519 municípios (incluindo tratados e controle) (Figura 3.2).

²Em SCM usamos as variáveis moderadoras para identificar padrões e interpretar a heterogeneidade de efeitos, por exemplo, envolvendo situação na lista negra e tamanho.

³ O IBGE é a fonte de dados, mas o *shapefile* foi fornecido pelo Imazon.

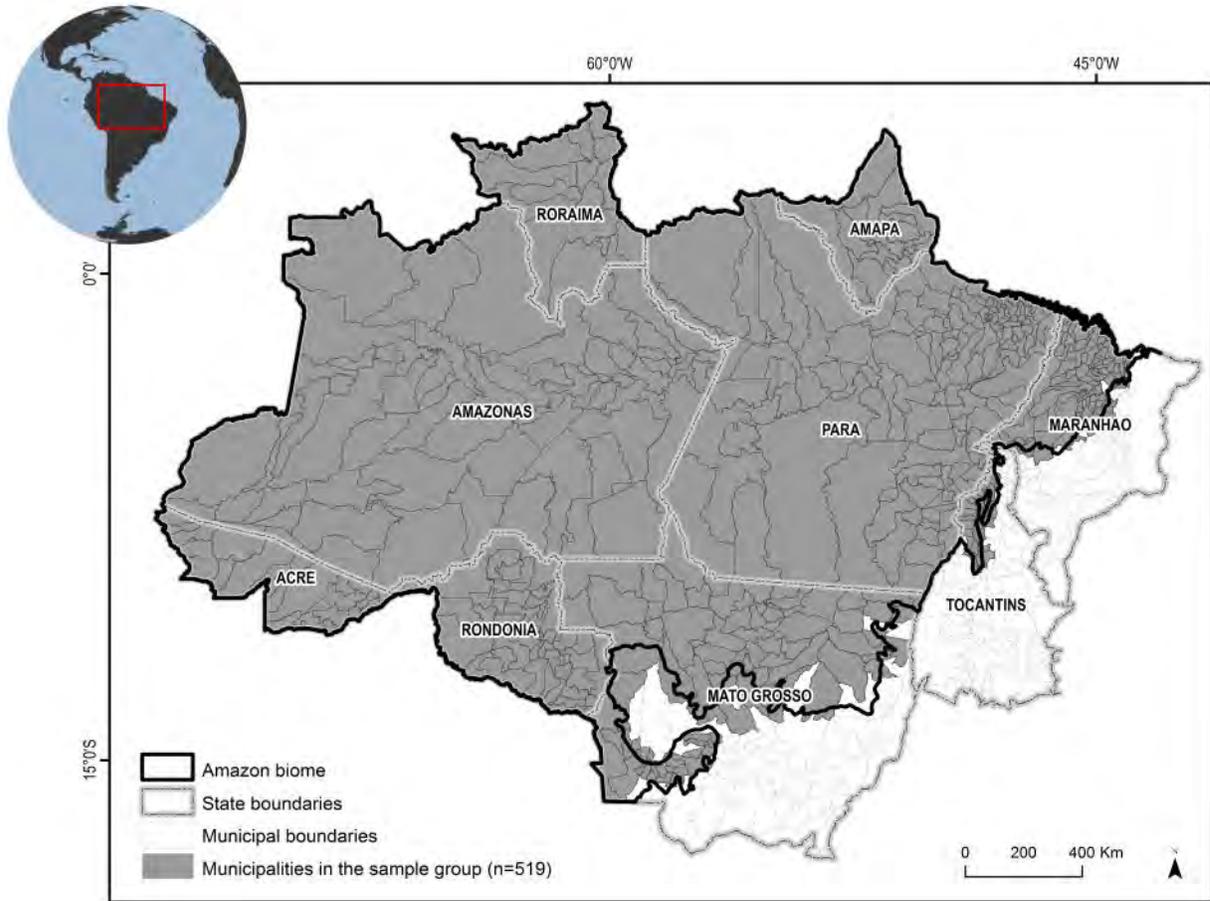
⁴ A reconstrução da cobertura florestal histórica foi feita a partir dos dados do Prodes. Consideramos como floresta histórica a soma de todas as áreas classificadas como desmatamento ou floresta.

Figura 3.1: Cobertura florestal histórica (Original)



[Bioma Amazônico / Divisas estaduais / Cobertura florestal histórica]

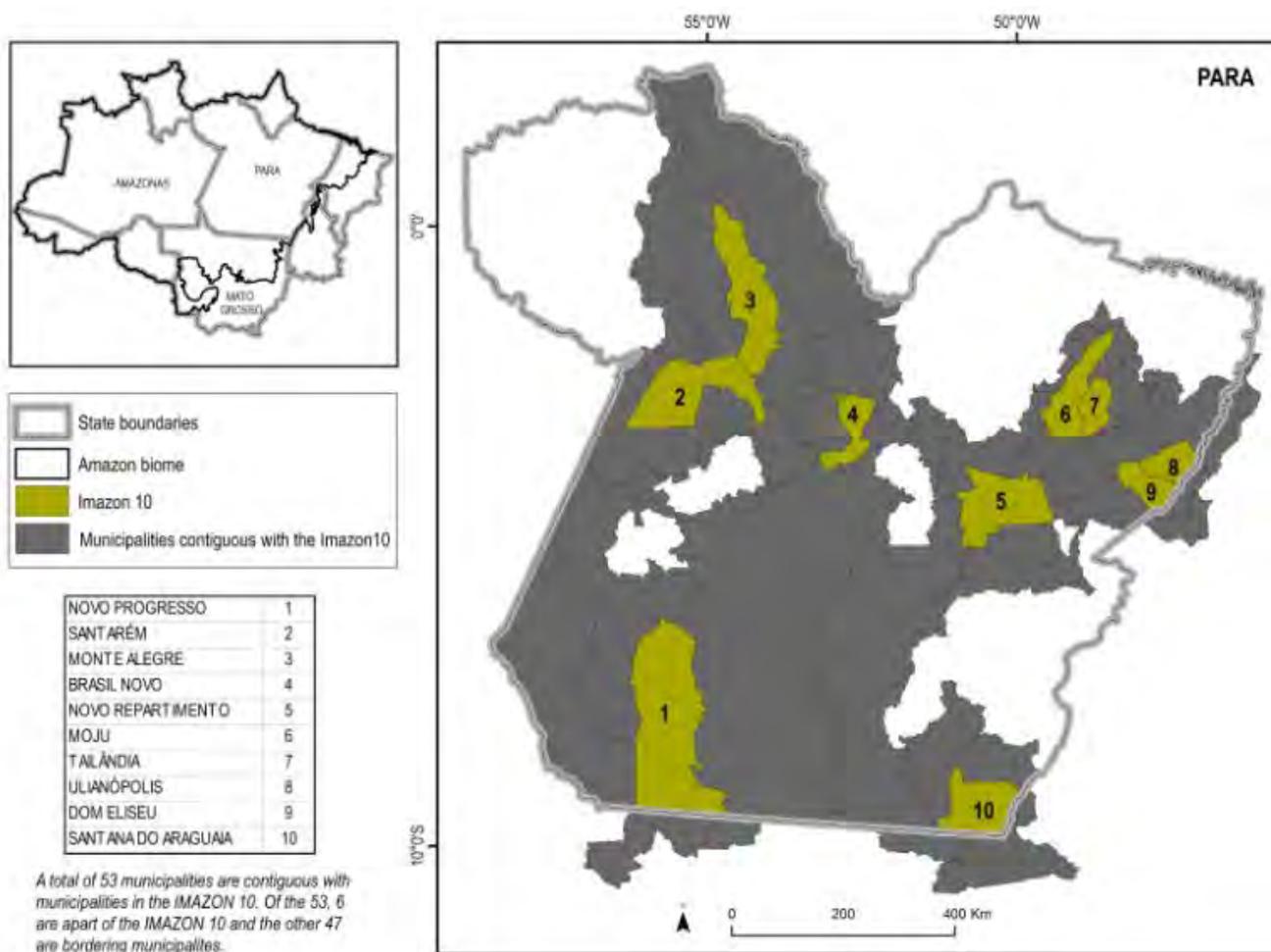
Figura 3.2: Amostra (519 municípios considerados na análise)



[*Bioma Amazônico / Divisas estaduais / Divisas municipais / Municípios no mesmo grupo de amostragem*]

Municípios fronteiriços: Para testar se há efeitos vizinhança (por exemplo, transbordos ou vazamentos do tratamento), identificamos todos os municípios contíguos com municípios no Imazon10 e no PMV. Seis dos municípios no Imazon10 compartilham divisas com pelo menos outro município no Imazon10. Além disso, há 47 outros municípios contíguos com pelo menos um município do Imazon10 (Figura 3.3). Um total de 187 municípios é contíguo com municípios atualmente no PMV (a partir de 2014). Destes 187, 100 também fazem parte do PMV e 87 são municípios fronteiriços. Excluir estes municípios do conjunto de doadores essencialmente exclui todo o Pará, bem como muitos municípios nos estados vizinhos, o que incluiria potencialmente muitas das melhores correspondências. Isto dificulta testes dos efeitos vizinhança do PMV. A direção do viés de qualquer um dos efeitos vizinhança é desconhecida, porque poderiam ou aumentar o desmatamento (deslocando a especulação imobiliária, por exemplo) ou diminuí-lo (por meio de efeitos de aprendizado e demonstração, por exemplo).

Figura 3.3: Municípios contíguos com o Imazon10



Divisas estaduais / Bioma amazônico / Imazon 10 / Municípios contíguos com o Imazon 10.

Um total de 53 municípios é contíguo com municípios do Imazon 10. Dos 53, 6 não possuem fronteira comum com os municípios do Imazon 10 e os outros 47 são municípios limítrofes.

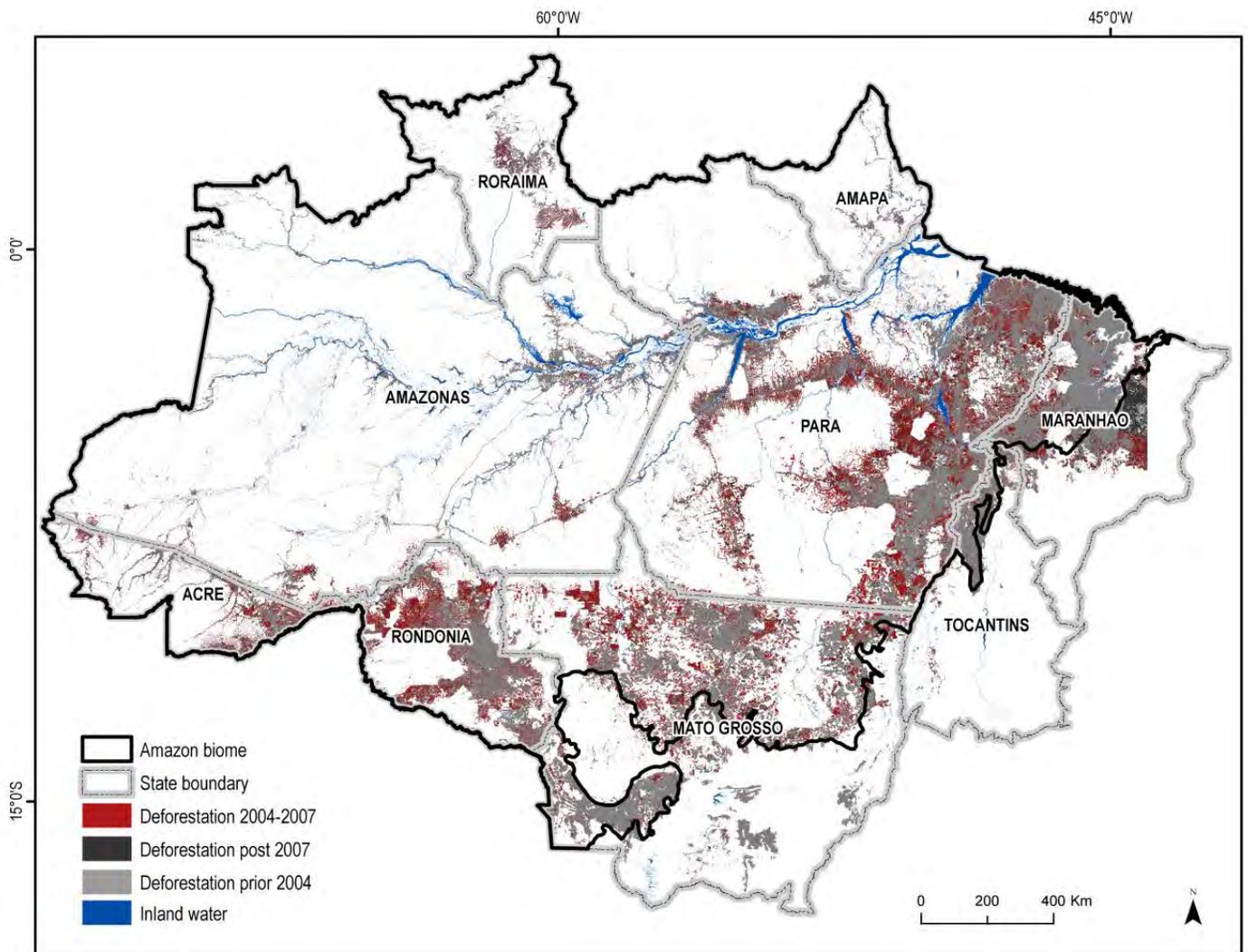
3.2 Desfechos – Desmatamento

Todos os dados de desmatamento relatados aqui são do projeto Prodes (Inpe). O Prodes é a fonte de informações oficiais de desmatamento usada pelo governo brasileiro, por exemplo, para determinar os municípios que devem ser incluídos na lista negra. Embora a área mínima de mapeamento dos dados do Prodes seja de 6,25 hectares e dados de desmatamento com resolução maior estejam disponíveis, usamos os dados do Prodes para manter a consistência com as taxas de desmatamento reportadas oficialmente. O registro de desmatamento do Prodes começou em 1988, no entanto as informações espacialmente explícitas só estão disponíveis para o período acumulado até 1997, intervalo 1997-2000 e anualmente desde 2000. Alguns dos primeiros anos de coleta de dados pelo Prodes apresentam deficiência na ou disponibilidade de imagens ou na sua qualidade por causa da presença de nuvens, mas para a maior parte da região os dados anuais estão disponíveis a partir de 2000. Detalhes adicionais do projeto Prodes estão disponíveis no site do Inpe.⁵

⁵<http://www.obt.inpe.br/prodes/index.php>.

Os dados de desmatamento do Prodes para 2000-2012 foram extraídos de *shapefiles* fornecidos pelo Imazon e os para 2013 e 2014 foram baixados diretamente do site do Prodes. Os dados foram processados independentemente para cada estado em ArcGIS e então combinados após a extração em MS Excel (Figura 3.4). Para gerenciar a variabilidade nas taxas de desmatamento observadas, causada pela cobertura de nuvens (ou seja, devido a uma cobertura não-contínua), usamos os dados de atributos do Prodes para identificar polígonos de desmatamento com coberturas de nuvens anteriores. Em seguida, distribuímos a área desmatada uniformemente ao longo do período em que nuvens estavam presentes, seguindo a abordagem desenvolvida pelo Imazon. Polígonos de desmatamento codificados pelo Inpe como “DSF_ANT” nos estados do Amapá e Maranhão foram tratados como desmatamento anterior a 2000, após consulta com o Imazon.⁶ Finalmente, os polígonos de desmatamento anual foram sobrepostos às divisas municipais de 2013.

Figura 3.4: Desmatamento pré e pós 2004



Bioma amazônico / Divisa estadual / Desmatamento 2004-2007 / Desmatamento pós2007 / Desmatamento antes de 2004 / Águas interiores

Os dados finais para o desmatamento de 2014 foram baixados do site do Prodes em agosto de 2015 e comparados com o *shapefile* preliminar baixado anteriormente durante a segunda fase do projeto do Imazon. Diferenças foram encontradas

⁶http://www.dpi.inpe.br/gilberto/teses/dissertacao_mario.pdf

no número de polígonos de desmatamento no conjunto de dados e na área total de desmatamento para o ano. O novo *shapefile* (PDigital2014_AMZ_pol) relata um total de 5.111 km² de desmatamento para 2014 em 41.729 registros (incluindo 537 km² anteriormente sob cobertura de nuvens), enquanto o *shapefile* preliminar relatou 4.424 km². (Ver Figura 3.5 para um exemplo de polígonos de desmatamento adicionais e área no novo conjunto de dados.) Os 537 km² de desmatamento sob cobertura de nuvens foram distribuídos uniformemente entre os anos em que foram obstruídos por nuvens, seguindo a abordagem recomendada pelo Imazon. Em comparação, o conjunto de dados iniciais de 2014 tinha menos informações sobre cobertura de nuvens e houve registros residuais que não estavam claros.

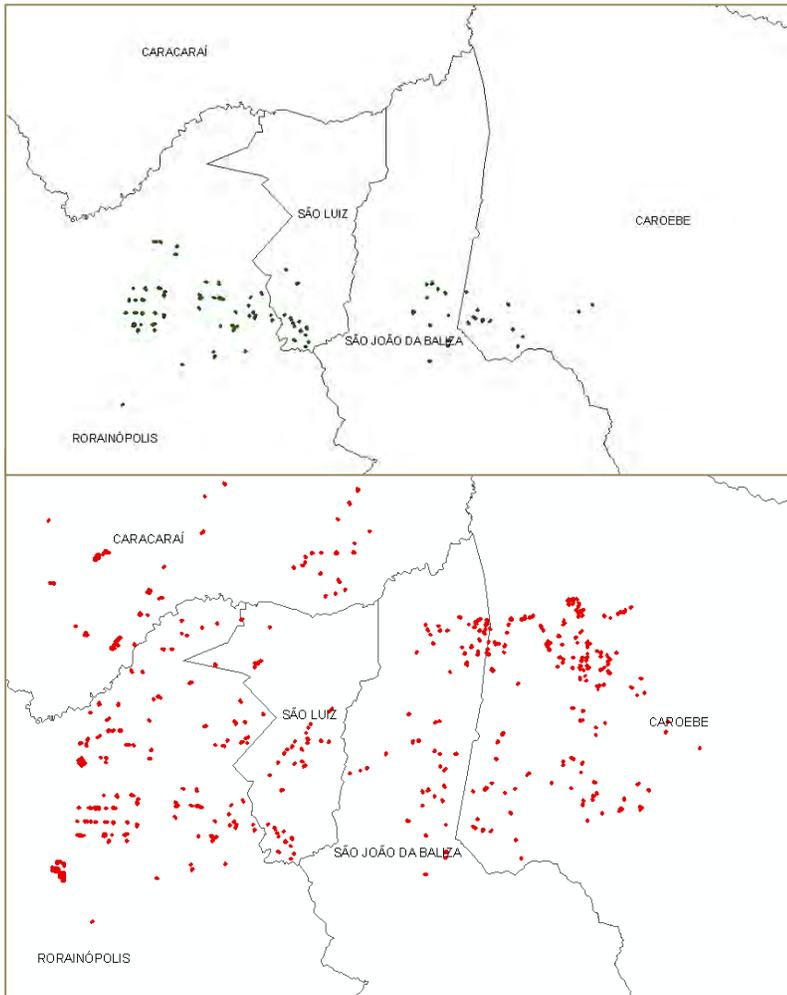


Figura 3.5 Estimativas revisadas de desmatamento
Em cima: Arquivo anterior
PDigital2014_AMZ_pol
Em baixo: PDigital2014_AMZ_pol recente

O processamento do novo conjunto de dados de desmatamento para 2014 seguiu a mesma abordagem aplicada na fase II do projeto. Os dados foram divididos com base na coluna “sprclasse” na tabela de atributos separando registros que tinham cobertura de nuvens em anos anteriores daqueles que não tinham. O cálculo do desmatamento total foi um processo simples para os registros sem nuvens onde o desmatamento total foi calculado em quilômetros quadrados. Para os registros de anos anteriores com cobertura de nuvens, os valores do desmatamento foram calculados por meio da “abordagem do Imazon,” na qual foi calculada uma média para o total de áreas desmatadas dos anos anteriores nos quais houve registros com nuvens.

Os *shapefiles* de desmatamento foram recortados com base na extensão das terras elegíveis para CAR-(CAR I⁷) e terras municipais (CAR II⁸), e a área de desmatamento foi calculada para cada ano da série temporal. Para os *shapefiles* de desmatamento de 2012 a 2014, o campo “sprclasse” da tabela de atributos foi usado para separar registros com anos anteriores de cobertura de nuvens daqueles que não tinham nenhuma. Para os anos remanescentes (1997-2011) usamos o campo “classname”. A mesma abordagem usada para calcular o desmatamento em municípios foi aplicada a áreas elegíveis para o CAR.

3.3 Variáveis de tratamento e moderador

Identificamos se cada município estava participando em cada um dos nossos tratamentos (PMV e Imazon10) e o ano em que começaram a participar. Além disso, determinamos se o município estivera em algum momento na lista negra federal, incluindo o ano em que foi colocado e (se relevante) o ano em que saiu. Estimamos todos os impactos de tratamento condicionados à condição na lista negra, por exemplo, o impacto do PMV sobre um município considerando que está (ou não) na lista negra. Já que reduzir o desmatamento para menos de 40 km² é uma exigência mais rigorosa para os municípios maiores, também consideramos o tamanho do município como outra variável moderadora.

Na Lista Negra

A lista oficial de municípios que estiveram na lista negra foi obtida dos documentos “*Lista de Municípios Prioritários da Amazônia e Lista de Municípios com Desmatamento Monitorado e Sob Controle*”⁹ do Ministério do Meio Ambiente. Aqueles municípios incluídos na lista foram identificados na base de dados. Informações sobre o ano de inclusão e, quando relevante, de saída da lista, foram incluídas na base de dados.

PMV

A participação do município no PMV foi extraída do “*Programa Municípios Verdes: Lições Aprendidas e Desafios para 2013/2014*” (Apêndices: Situação dos municípios paraenses em relação às metas do PMV – até janeiro de 2013) e, quando necessário, confirmada e atualizada usando a base de dados online do PMV.¹⁰ O ano do tratamento é o anterior a “data de assinatura do Termo de Cooperação com o MPF” ou da “data de assinatura do Termo de Cooperação com o PMV” para cada município (com anos definidos de acordo com a convenção do Inpe para o desmatamento: agosto do ano anterior até julho do ano atual). Os 11 municípios que aderiram após a nossa data limite para o tratamento (1º de agosto de 2011) e, portanto, foram excluídos da análise são: Barcarena, Bragança, Belém, Capitão Poço, Melgaço, Ourém, São Sebastião da Boa Vista, Terra Alta, Mojuí dos Campos e Cachoeira do Arari.

Os municípios foram adicionalmente categorizados de acordo com dois níveis de engajamento no PMV, conforme explicado na Seção 2.1: “PMV no papel”, ou seja, assinando acordo com o PMV/MPF, e “implementação do PMV”, ou seja, implementando três das quatro ações chaves identificadas (celebrar um pacto contra o desmatamento, criar um grupo de trabalho para combater o desmatamento, registrar pelo menos a porcentagem média de terras no CAR, estabelecer pelo menos a estrutura mínima para a governança ambiental municipal).

Imazon10

Os anos de tratamento para os dez municípios no Imazon10 são 2011 para Dom Eliseu, Tailândia e Ulianópolis (com base no ano em que começaram a colaborar com o Imazon dentro de uma iniciativa financiada pelo Fundo Amazônia); 2013 para Moju (quando substituiu outro município); e 2012 para todos os outros.

⁷CAR I é definido como: 2013 DIVISA MUNICIPAL - TODAS AS ÁREAS DE CONSERVAÇÃO (ESTADUAIS E FEDERAIS)- ÁREAS INDÍGENAS-ÁREAS URBANAS.

⁸ CAR II é definido como: 2013 DIVISA - TODAS AS ÁREAS DE CONSERVAÇÃO (ESTADUAIS E FEDERAIS) - ÁREAS INDÍGENAS - ÁREAS URBANAS -ASSENTAMENTOS DO INCRA - ÁREAS MILITARES - GLEBAS FEDERAIS.

⁹Fonte: MMA (<http://www.mma.gov.br/>).

¹⁰Fonte: PMV <http://www.municípiosverdes.com.br/>.

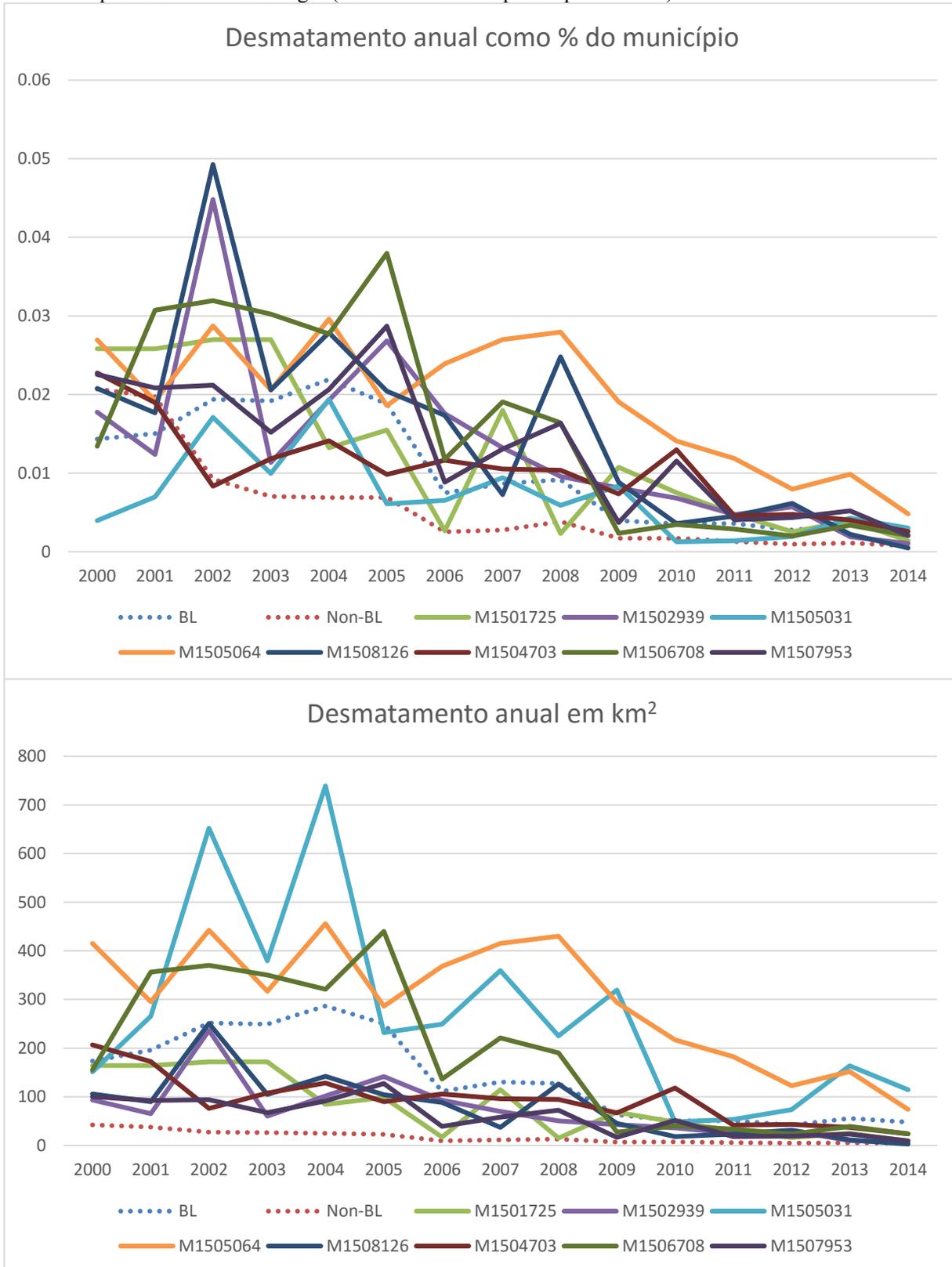
4. Métodos

Nesta seção usamos o trabalho de Sills et al. (2015), que foi desenvolvido por meio de um trabalho inicial neste projeto para testar de forma piloto o método de controle sintético para estimar os impactos sobre a mudança do uso e cobertura do solo (LULCC) com um estudo de caso da iniciativa original de município verde em Paragominas (Sills et al. 2014). Há uma literatura crescente que aplica diversos métodos para melhorar a estimativa dos impactos causais de intervenções de conservação, isto é, para discernir se uma determinada intervenção (tratamento, projeto, programa) de fato causou um determinado desfecho observado – sendo que aqui este desfecho seria o desmatamento reduzido. Para avaliar os impactos causais de um programa, precisamos estabelecer o que teria acontecido em áreas submetidas ao programa se não tivessem sido submetidas (ou seja, estabelecer o cenário “contrafatual”). Isto seria relativamente fácil se as áreas tratadas (antes do tratamento) ou todas as áreas não tratadas pudessem ser presumidas como similares em todos os aspectos, exceto o de tratamento – justificando as comparações antes/depois ou tratadas/não tratadas.

Entretanto, se não podemos presumir similaridade temporal ou espacial, então tais comparações são estimativas enviesadas de impactos. Fatores temporais e espaciais que diferem sistematicamente entre áreas tratadas e não tratadas tornam consideravelmente mais difícil relacionar de forma causal um programa a qualquer mudança no desfecho, como uma redução nas taxas de desmatamento, por exemplo. Estes fatores são confundentes de impactos quando são correlacionados tanto com o programa (ou a sua ausência) como com desfechos de interesse, de modo que os seus próprios impactos podem ser mal interpretados como ligações programa-desfecho. Uma característica importante destes confundentes é que podem ser observados (ou seja, ser variáveis no conjunto de dados) ou não pelo analista.

Para as observáveis, talvez a abordagem mais frequente para tratar desta potencial confusão seja o uso de regressões multivariadas que controlam os diversos fatores ao mesmo tempo em que incluem uma variável para o programa que está sendo avaliado. Como o esteio da inferência estatística moderna, as regressões multivariadas são o ponto de partida lógico para qualquer avaliação. Quando dados de painéis estão disponíveis, efeitos fixos podem ser empregados para controlar fatores que não são observados, mas são temporalmente invariantes. Todavia, se processos de seleção influenciarem fortemente o local de aplicação de um programa, pode ser o caso de que os valores para as características importantes incluídas nas especificações da regressão não se sobrepõem muito entre os locais do programa e os locais da comparação (ou controle). Quando os locais do programa e da comparação são diferentes no que se refere a tais características, então a regressão talvez não consiga separar os impactos dos programas das influências destas características. Isto claramente é um problema potencial com os oito municípios incluídos na lista negra que fazem parte do Imazon10, os quais foram selecionados por causa dos desafios que apresentavam em termos da redução de suas altas taxas de desmatamento. As Figuras 4.1a e b mostram que as taxas de desmatamento (em km² e % da área municipal) desses oito municípios estavam bem acima das taxas médias de desmatamento (mostradas com linha pontilhada azul) dos municípios na lista negra antes do PMV e todos estão acima das taxas médias de desmatamento nos outros municípios na amostra.

Figura 4.1a e b. Desmatamento anual (em quilômetros quadrados e em % da área municipal) nos oito municípios no Imazon10 que constam na lista negra (conforme relatado pelo Inpe em 2015).



Uma solução poderia ser eliminar a confusão por meio da randomização num desenho experimental tradicional, mas isto normalmente é difícil implementar em programas de conservação. Assim, estes programas são avaliados mais frequentemente com métodos quase-experimentais – tais como correspondência, variáveis instrumentais e diferença-em-diferenças – que combinam amostragem e estimativa para controlar a seleção em observáveis e não observáveis. Métodos de correspondência têm-se tornado a principal abordagem quase-experimental, geralmente emparelhando unidades de tratamento LULCC (trechos, pixels ou domicílios) sujeitas a intervenções com unidades de comparação “muito similares” ou de controle para poder isolar impactos com o uso de modelagem estatística. Diversas métricas da similaridade entre unidades de controle e unidades tratadas podem ser empregadas, por exemplo, a distância Mahalanobis ou a probabilidade de participação numa política ou programa (o escore de propensão) como um resumo estatístico para o conjunto de fatores ecológicos, socioeconômicos, institucionais e geográficos considerado relevante pelo analista. Ao explicitamente buscar a maior similaridade, qualquer que seja a sua definição disto, o analista pode comparar unidades tratadas com unidades de controle similares com todas as características em comum – exceto a intervenção, é claro. Este método pode ser poderoso, especialmente quando é possível corresponder todos os fatores observados que provavelmente influenciarão a seleção para o tratamento, bem como o desfecho. Entretanto, fazer a correspondência não ajuda no tratamento de diferenças não observáveis entre as unidades. Além disso, o estabelecimento de uma similaridade estatística para fatores observáveis normalmente depende de amostras bastante grandes para poder encontrar subamostras bem equilibradas de unidades tratadas e de controle com distribuições similares.

Uma solução potencial para tratamentos de “baixo N” é o “método de controle sintético” da SCM. Quando apenas algumas unidades são tratadas, os pesquisadores muitas vezes comparam desfechos para algumas poucas unidades “similares” selecionadas com os resultados para uma unidade “tratada” influenciada por uma intervenção ou evento exógeno. Selecionar unidades similares é vital na estimativa dos impactos, porque os desfechos destas unidades são usados para gerar a contrafactual, ou seja, a estimativa do que teria acontecido dentro da unidade tratada se não houvesse qualquer intervenção. Assim, independentemente dos métodos empregados serem estatísticos ou do estudo de caso, estudos de impacto de políticas sempre envolvem juízos acerca de similaridade. Por exemplo, estimativas de “diferença em diferenças” (DiD) *presumem* que as unidades de comparação e as tratadas têm tendências temporais similares.

Como as abordagens típicas de “correspondência”, que também buscam explicitamente a similaridade, mas apenas em termos das características observadas de unidades tratadas e de controle, a SCM busca uma mescla ponderada de unidades de controle que – para os anos pré-tratamento – *realmente tenha uma tendência temporal similar* no que se refere a seus desfechos. A SCM explicita não só a ponderação destes desfechos pré-intervenção e características de unidades – definindo o que está sendo minimizado por meio da busca por similaridade –, mas também, em última análise, a definição do “controle sintético”, ou seja, os pesos que são designados a cada uma das unidades potenciais de comparação.

Esta minimização mesclada, que identifica uma combinação de unidades de controle tanto em termos de características observadas como de desfechos pré-tratamento, mescla o foco das características da correspondência com o foco nas tendências não observáveis das abordagens DiD. Para DiD, o analista reúne um conjunto de unidades de comparação com tendências temporais presumidas como sendo similares e, assim, o impacto do tratamento é estimado como sendo a mudança no desfecho com o tempo para as unidades tratadas menos a mudança com o tempo para os controles (esta última identifica a tendência temporal comum que será subtraída). Na SCM, a combinação de unidades que melhor se encaixa em termos das tendências de pré-tratamento nos desfechos – ou seja, o controle sintético – é presumido como *continuando a seguir uma tendência temporal semelhante* àquela da unidade tratada, mas para efeitos da intervenção. Se os desfechos pré-tratamento foram bem combinados na criação do controle sintético, a estimativa de impacto para cada ano pós-tratamento é simplesmente a diferença entre o desfecho observado para a unidade tratada e o desfecho ponderado do sintético.

O uso de desfechos de pré-tratamento pela SCM evidentemente pode dar um resultado melhor do que combinar apenas características observadas, “compensando” assim o tamanho limitado da amostra trans-seccional (devido a poucas unidades tratadas) pelo emprego de computação intensiva (viável para cada uma das poucas unidades tratadas) para identificar a combinação ideal de controles. As características observadas num conjunto de dados nunca incluirão todos os fatores que influenciam o desfecho de interesse, por exemplo, desmatamento. Os desfechos pré-tratamento, ao

contrário, claramente refletem todos os fatores chaves (pelo menos durante o período pré-tratamento). Assim, fazendo também as correspondências entre os desfechos, podemos em princípio construir uma contrafactual mais precisa.

Por exemplo, considere um município cujo desmatamento é afetado pela sua capacidade de resposta a algum fator exógeno – talvez um choque de preço numa cultura agrícola específica que pode ser produzida apenas em determinadas condições agroclimáticas, ou uma mudança de poder político regional que exerce efeitos locais por meio de diversas alianças políticas. Assim, entre um grande conjunto de unidades de controle, apenas algumas são sensíveis a este fator. Ao observar desfechos durante os anos de pré-tratamento – os anos mais úteis são aqueles em que este fator foi alterado – e controlando todas as características observadas que são consideradas importantes para o desmatamento, fazer a correspondência entre desfechos pré-tratamento pode identificar as unidades de controle que possuem as mesmas sensibilidades da unidade de tratamento.

Em termos práticos, implementamos a SCM usando o pacote Synth em R. As etapas incluem a escolha de uma variável de desfecho para qual há dados de séries temporais, por exemplo, desmatamento. O próximo passo é definir um “conjunto de doadores” ou um grupo de controles potenciais considerados como tendo alguma semelhança estrutural subjacente em termos dos processos que geram o desfecho de interesse. Por exemplo, o conjunto poderia ser unidades na mesma região, ou unidades com características socioeconômicas e geografia similares. Quando se espera que fatores tenham influências não lineares, torna-se mais importante selecionar unidades de controle em que aqueles fatores estão a uma distância razoável dos valores da unidade de tratamento para poder aproximar a linearidade. Um importante conjunto de fatores a considerar são intervenções ou tratamentos diferentes daquele de interesse, tais como estar na lista negra federal. Outro seria as condições históricas que limitam o alcance do desfecho, por exemplo, a quantidade de floresta ainda em pé num município no início do período de estudo. Já que o processo de otimização *nested* com Synth pode não conseguir encontrar uma solução quando o conjunto de doadores for grande demais, limitamos o grande conjunto de doadores para os 80 municípios mais similares.

Dado um desfecho de interesse e um conjunto de doadores, a SCM seleciona pesos (*W weights*) sobre unidades de controle potenciais para definir uma combinação linear de desfechos de controles, a saber, “o controle sintético”. Estes pesos determinam a estimativa de impacto que, para qualquer período de tempo pós-tratamento, é a diferença entre o desfecho para a unidade tratada e esta média ponderada ou desfecho sintético. W é escolhido com base na ideia central de que a média dos desfechos pré-tratamento para unidades de controle – cada uma ponderada pelo seu valor W , talvez zero – deve ser o mais próximo possível ao desfecho pré-tratamento na unidade tratada. Note que o desfecho (Y), aqui desmatamento, é afetado tanto pelos fatores observados (Z) como pelos não observados (U), ($Y = \beta Z + U$). Se fôssemos confirmar apenas a similaridade em Y (isto é, procurar um baixo $WY_{\text{controle}} - Y_{\text{tratado}}$) para os anos pré-tratamento, poderíamos rotular como “similares” unidades com Z mais alto e U mais baixo. A inovação da SCM está em selecionar unidades baseadas em Y similar, bem como Z similar, o que implica U similar (embora não possam ser observados). Já que não se pode minimizar todas as diferenças ao mesmo tempo, mas apenas alguma combinação de diferenças, é necessário outro vetor de ponderação V para atribuir pesos às variáveis em Z e para cada ano ou médias de pré-tratamento Y . No pacote Synth para R que usamos, V é selecionado para maximizar a potência preditiva para desfechos pré-tratamento. (Ver Anexo 3 para um exemplo de vetores W e V gerados por SCM).

A qualidade do controle sintético é medida pelo grau de proximidade entre os desfechos sintéticos ponderados e os desfechos para a unidade tratada nos anos anteriores à intervenção em questão. A meta é minimizar a diferença, conforme medida pelo erro quadrático médio de previsão (MSPE). O “melhor” encaixe sempre é uma questão de julgamento e, em particular, seria possível ir além do MSPE para julgar se a coorte sintética parece espelhar a unidade tratada em termos do ponto de viragem numa plotagem dos desfechos dos anos pré-tratamento. Se as plotagens dos desfechos parecem similares especialmente nos anos imediatamente anteriores ao tratamento, é mais provável que o tratado e o controle sintético tenham respostas similares – ou sensibilidade similar – a fatores comuns. Outra possível verificação é apenas o tamanho do erro nos períodos de tempo imediatamente anteriores ao tratamento, já que um erro persistente aqui poderia facilmente ser duplicado nos impactos estimados.

Uma etapa final é avaliar a significância estatística de qualquer divergência pós-intervenção entre o desfecho sintético e o desfecho tratado, isto é, a estimativa SCM de impacto. Testes estatísticos padrão da similaridade entre a unidade tratada e o controle sintético construído ou ponderado – tais como testes de “equilíbrio” em covariáveis ou de diferenças em

desfechos – não são possíveis aqui devido ao pequeno número de unidades tratadas. Assim, outros métodos deverão ser empregados para caracterizar o “barulho” em tais procedimentos, por exemplo, testes placebo para anos ou municípios diferentes, *bootstrapping*, ou uma combinação dos dois. Efeitos placebo são normalmente estimados para todas as unidades no conjunto de doadores, ou seja, “fazendo de conta” que foram tratados e usando SCM com um conjunto de doadores de todas as outras unidades de controle para criar controles sintéticos para “os tratados” e calcular os “efeitos de tratamento” resultantes. Já que as unidades de fato não foram tratadas, os efeitos devem ser zero e, assim, os “efeitos de tratamento” falsos caracterizam o “ruído”, indicando o que pode resultar da SCM mesmo quando não há realmente qualquer efeito. Efeitos estimados acima do 95º percentil ou abaixo do 5º percentil dos efeitos placebo são significantes num nível de 10%.

Entretanto, já que o processo de otimização em Synth funciona melhor com um conjunto de doadores de menos de 100 unidades, obtivemos menos de 100 efeitos placebo, o que significa que a sua distribuição não é muito uniforme e os valores críticos para 5% e 95% muitas vezes precisam ser extrapolados dos valores mais próximos. Portanto, fizemos um *bootstrap* com os testes placebo, aplicando o procedimento desenvolvido em Sills et al. (2015), fazendo múltiplas retiradas aleatórias do seu conjunto de doadores, assegurando que em cada caso descartamos um número proporcional de doadores que receberam grandes e pequenos pesos no controle sintético original. O Anexo 3 ilustra como o histograma de efeitos placebo é preenchido, produzindo uma distribuição mais uniforme, com crescentes números de *bootstraps*. Para esta versão do relatório empregamos esta abordagem para estabelecer intervalos de confiança ao redor dos nossos novos impactos estimados usando as estimativas revisadas do Inpe para o desmatamento em 2013 e 2014.

5. Estimativas e resultados

Os resultados das avaliações realizadas estão detalhados nesta seção, com um resumo das avaliações e resultados apresentado na Tabela 5.4. Começamos com resultados de um modelo de painel de efeitos fixos, já que este é o método mais conhecido e, dessa forma, o mais fácil de interpretar. Todavia, considerando que a seleção para os programas de interesse foi claramente baseada no desmatamento e fatores que o influenciam, focamos nos resultados de métodos quase-experimentais que são mais robustos a este viés de seleção.

5.1 Regressão do painel de efeitos fixos

Nosso modelo de efeitos fixos faz o controle pelos efeitos temporalmente invariantes de fatores espaciais (efeitos fixos de município) e efeitos espacialmente invariantes de fatores temporais (efeitos de ano fixo). Estimamos os impactos com dados de 2001-2014 e julgamos a significância usando erros padrão robustos. Cada coeficiente representa o efeito sobre o desmatamento anual de estar num programa em qualquer ano (considerando todos os municípios e todos os anos no programa). Como esperado, a lista negra tem um efeito robusto, grande e estatisticamente significativo na redução do desmatamento. A Tabela 5.1 mostra que tanto o PMV como o Imazon10 têm efeitos estatisticamente significantes na redução do desmatamento medidos em quilômetros quadrados após o controle pelos efeitos fixos de município e ano. Contudo, uma vez que controlamos pela condição de estar na lista negra, o Imazon10 não mais exerce um efeito estatisticamente significativo (Tabela 5.1a). Ademais, num modelo de desmatamento anual como porcentagem do município, constatamos que apenas o status na lista negra tem um efeito estatisticamente significativo (Tabela 5.2b). Estes resultados sugerem tanto que o PMV e o Imazon10 estão tendo alguma influência como que é de importância crucial fazer o controle pela lista negra nas nossas estimativas de impacto.

Tabela 5.1. Modelo de efeitos fixos em duas direções, painel equilibrado (519 municípios, 2001 – 2014), para quilômetros quadrados anuais de desmatamento com base em estimativas divulgadas pelo Inpe em agosto de 2015 (coeficientes estimados nos anos, todos estatisticamente significantes num nível de 5%, não relatado aqui).

Programa	Coeficiente	Erro Padr. Robusto	Valor-P
PMV	-25,9	10,97	0,019
Imazon10	-58,4	23,01	0,011

Tabela 5.1a. Modelo de efeitos fixos em duas direções, painel equilibrado (519 municípios, 2001 – 2014), para quilômetros quadrados anuais de desmatamento com base em estimativas divulgadas pelo Inpe em agosto de 2015 (coeficientes estimados nos anos, todos estatisticamente significantes num nível de 5%, não relatado aqui).

Programa	Coefficiente	Erro Padr. Robusto	Valor-P
Lista Negra	-122.62	16,49	0.000
PMV	-20,71	7,95	0,009

Tabela 5.1b. Modelo de efeitos fixos em duas direções, painel equilibrado (519 municípios, 2001 – 2014), para o desmatamento anual como porcentagem do município com base em estimativas divulgadas pelo Inpe em agosto de 2015 (coeficientes estimados nos anos, todos estatisticamente significantes num nível de 5%, não relatado aqui).

Programa	Coefficiente	Erro Padr. Robusto	Valor-P
Lista Negra	-0,0035	0,0009	0,000
PMV	-0,0001	0,0006	0,875
Imazon10	-0,0025	0,0017	0,135

Para alguma perspectiva acerca das dimensões dos possíveis efeitos de tratamento sugeridos pelos coeficientes estimados na Tabela 5.1, em 2010-2011 a média para km² anuais de desmatamento em todos os municípios em nossa amostra foi de apenas ~10 km², com mediana de < 3 km². Isto reflete o que entendemos como parte importante para qualquer consideração dos efeitos de tratamento contra um pano de fundo de outras influências, isto é, a tendência de queda no desmatamento desde 2004. Estes números refletem o fato de que há muitos municípios com nenhum ou muito pouco desmatamento – que limita fortemente os impactos sobre a floresta de quaisquer intervenções conservacionistas. Até mesmo o 75º percentil do desmatamento foi menor que 8 km² nos anos de 2010 e 2011. Olhando por outra perspectiva, entretanto, o impacto estimado das regressões de efeitos fixos sobre quilômetros quadrados de desmatamento (5.1 e 5.1a) sugere que o PMV tem reduzido o desmatamento em mais do que o desmatamento médio na amostra, e é, portanto, substancialmente importante e estatisticamente significativo.

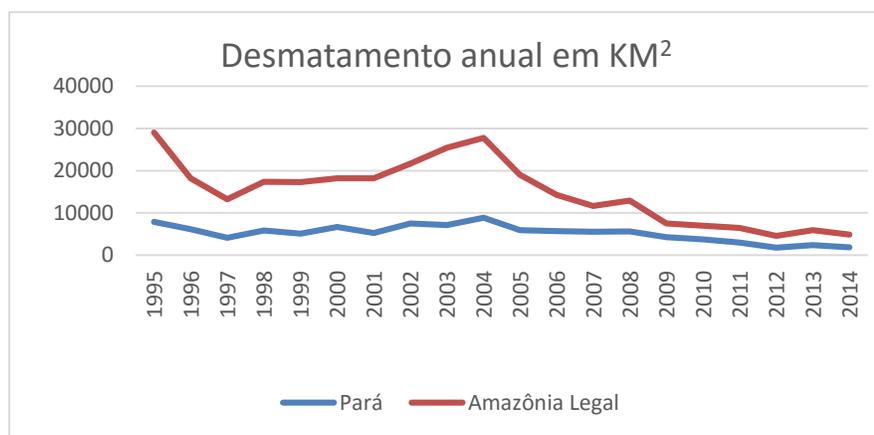
Uma ressalva nesta análise é que as taxas históricas de desmatamento – e, portanto, a tendência subjacente para o desmatamento – podem ser sistematicamente diferentes nos municípios tratados. Isto é claramente verdade para os municípios listados, que estão na lista negra exatamente por causa das suas altas taxas históricas de desmatamento. Embora todos os municípios no Pará sejam elegíveis para o PMV, os gestores têm focalizado naqueles com desmatamento suficientemente alto para colocá-los na lista negra, ou que já estão na lista negra. Para obter melhores estimativas do impacto do PMV, devemos comparar municípios participantes com municípios que possuem semelhantes tendências ao desmatamento (possivelmente não observados), já que estes provavelmente serão melhores indicadores de quanto desmatamento teria havido nos municípios participantes se estes não houvessem aderido ao PMV. Esperamos que os melhores municípios de comparação (por exemplo, os municípios que recebem os maiores pesos em SCM) sejam diferentes para municípios no PMV que foram recrutados para o programa por causa do seu alto desmatamento (ou seja, os municípios na lista negra no programa), comparado com outros municípios que se ofereceram voluntariamente por motivos não observáveis, por exemplo, crer que poderiam facilmente atingir as metas do programa (como municípios não listados na lista negra e com baixo desmatamento). Avaliar o impacto do PMV sobre municípios em risco mas ainda não listados é especialmente desafiador, já que muitas das comparações naturais já estiveram na lista negra e, portanto, estão sujeitos a outras pressões para reduzir suas taxas de desmatamento.

5.2 Correspondência

Os modelos de desmatamento anual na Tabela 5.1 são estimados para o período de tempo completo (2001 a 2014) com a amostra completa (519 municípios), controlando os fatores confundentes potenciais apenas com a condição de estar na

lista negra e efeitos fixos, isto é, presumindo que aqueles efeitos fixos para municípios e anos capturam o efeito de quaisquer outras covariáveis em potencial. Para fazer a correspondência, precisamos identificar covariáveis específicas, o conjunto apropriado de doadores e o horizonte temporal apropriado para avaliar os desfechos. A escolha de horizonte temporal deverá ser informada pelas tendências mais amplas de desmatamento na Amazônia. A Figura 5.1 mostra um rápido declínio no desmatamento anual após a mudança política do governo federal em 2004, o ressurgimento do desmatamento em 2008 antes da implementação da lista negra e um ligeiro aumento do desmatamento em 2013, tornando este um ano interessante para testar impactos. Relatamos os impactos estimados tanto para 2013 como para 2014, porque todos os integrantes do Imazon10 estavam no programa até 2013 e também porque esses anos permitem um maior tempo para os impactos surgirem. O resultado da SCM também permitiria que os impactos fossem avaliados em termos de anos após adesão ao programa em vez de anos civis, ou em termos da soma ou média em todos os anos após adesão ao programa. Ao desenvolver os nossos controles sintéticos, consideramos os níveis de desmatamento tanto antes como depois da mudança do regime de política federal em 2004, usando as médias do desmatamento anual 2001 – 2003 e 2004 – 2007 como covariáveis.

Figura 5.1 Total de quilômetros quadrados de desmatamento



Tanto para SCM como para a correspondência tradicional, o objetivo é gerar linhas base “maças com maçãs”, isto é, controles que possuem as mesmas características relevantes em termos de desfecho que as unidades tratadas. Na correspondência padrão, características que afetam tanto a probabilidade de participar no programa como a probabilidade do desmatamento são equilibradas. Na correspondência de controle sintético, a meta é equilibrar tanto essas características como o desmatamento histórico. Embora enfatizem diferentes equilíbrios envolvendo controle e tratamento, estes dois tipos de correspondência acabam exigindo os mesmos dados de características, além de dados sobre resultados de desmatamento.

Com base na literatura e no nosso entendimento do PMV e Imazon10, identificamos fatores que poderiam impulsionar o desmatamento e a seleção nestes programas. O desmatamento ocorre em grande parte em função da rentabilidade agrícola, que por sua vez está relacionada com fatores biofísicos (qualidade do solo, declividade, chuva) e acesso ao mercado (porcentagem do município dentro de 5 km de uma estrada, quarentena de febre aftosa). Dada a forte correlação espaço-temporal do desmatamento na Amazônia brasileira, as tendências históricas do desmatamento estão correlacionadas com o desmatamento atual. A seleção para o PMV também estava relacionada ao desmatamento histórico, porque os administradores do programa priorizaram municípios já sob risco de serem inseridos na lista negra. O Imazon buscou engajamento com municípios que representavam uma gama de condições de fronteira e com governos locais interessados em colaborar. A participação em cada programa é voluntária, provavelmente impulsionada por: i) preocupação com sanções impostas pelo governo federal (incluindo a lista negra, embargos e apreensões de equipamentos pelo Ibama e restrições de acesso ao mercado impostas pelo MPF); ii) percepção que a assistência externa é necessária para controlar o desmatamento; e iii) relações pessoais e políticas. A preocupação com sanções pode ser devida a razões que vão desde a participação do município nos mercados nacionais e internacionais de commodities (representada pela presença de grandes frigoríficos que precisam cumprir com exigências do MPF) até quaisquer ações anteriores de fiscalização (número de propriedades embargadas pelo Ibama). A necessidade percebida de assistência externa pode estar

relacionada a ambos os custos (por exemplo, distância da sede do município até a sua divisa e a dificuldade de fiscalização e cumprimento da legislação em municípios de formatos irregulares; contagem de propriedades agrícolas, que afeta o custo de alcançar 80% de cobertura no CAR). Um indicador de relações políticas é se o prefeito é do mesmo partido político do governador que criou o PMV. Alguns fatores se encaixam em mais de uma categoria. A importância da agricultura para o município (% PIB da agricultura) provavelmente impulsionará tanto o desmatamento como o interesse em manter acesso aos créditos agrícolas e mercados. Em síntese, buscamos variáveis que poderiam representar as seguintes categorias de propulsores:

1. Fatores de rentabilidade agrícola, incluindo declividade, elevação e acesso ao mercado (por exemplo, % do município que está a 5 km ou menos de uma estrada).
2. Descritores de posse da terra, incluindo % sob controle federal, em áreas protegidas, territórios indígenas e assentamentos agrícolas.
3. Indicadores de bem estar social e estrutura, tais como níveis de escolaridade, renda per capita e distribuição de renda.
4. Indicadores de demanda por produção agropecuária: em zona sanitária livre de febre aftosa, presença ou não de frigoríficos.
5. Indicadores políticos tais como partido do prefeito; e porcentagem da receita municipal gerada pelo setor agropecuário.
6. Indicadores de pressão para grilagem e invasão de terras, incluindo posse de terra e número de conflitos registrados pela Igreja Católica.
7. Indicadores do custo de implementar o CAR, tais como contagem de propriedades agrícolas e maior distância da sede do município até a divisa municipal.
8. Outros propulsores de desmatamento como densidade demográfica, densidade do rebanho bovino e possivelmente densidade de minas.

A amostra inicial para correspondência é a mesma para a regressão de efeitos fixos: os 519 municípios ou plenamente dentro do bioma amazônico ou adjacente/cruzando a fronteira do bioma e com mais de 50% de cobertura florestal histórica. Vale lembrar que estamos interessados nos seguintes efeitos: PMV (no papel e implementação) *versus* todas as outras influências e o Imazon10 + PMV *bundled versus* aquelas outras influências. Para ambos, o conjunto de doadores é todos os 519 municípios exceto os participantes no PMV. Já que a lista negra é uma influência contemporânea fundamental sobre o desmatamento, dividimos o conjunto de acordo com a situação na lista negra, e descartamos Paragominas porque embora não faça parte do Imazon10, recebeu um nível de apoio semelhante do Imazon (Sills et al. 2015). Isto ainda deixa um grande conjunto de doadores de 388 municípios que não estão incluídos na lista negra. Para construir os controles sintéticos, reduzimos este conjunto a menos de 80 municípios de duas formas: i) selecionando municípios doadores com a cobertura florestal mais similar em 2000; ou ii) selecionando aqueles com a predisposição mais similar de participar na intervenção (Imazon10 ou PMV) num modelo estimado com as mesmas covariáveis utilizadas para construir controles sintéticos. Constatamos que os resultados foram razoavelmente robustos quanto à escolha entre estas duas opções para reduzir o tamanho do conjunto de doadores, embora esteja claro que para qualquer local específico a qualidade da correspondência e as suas implicações para impacto podem variar conforme a abordagem. Também construímos controles sintéticos depois de descartar todos os municípios contíguos com tratamentos (Imazon10 ou PMV). Porém, sem que isto fosse surpresa, constatamos que estes encaixes geralmente são muito piores e, portanto, não muito informativos acerca de vazamentos ou transbordos. Por essa razão, não os relatamos aqui.

5.2.1 Impacto do PMV +Imazon10 *bundled* estimado com SCM

O PMV + Imazon10 *bundled* não oferece uma amostra suficientemente grande de unidades tratadas para a correspondência tradicional, especialmente após ser subdividido entre os oito municípios na lista negra e dois municípios não listados. Testes de equilíbrio tenderiam a mostrar nenhuma diferença estatisticamente significativa no que se refere aos tratados e controles simplesmente em função do pequeno tamanho da amostra. Da mesma forma, os efeitos estimados de tratamento seriam difíceis de distinguir de zero devido ao tamanho da amostra. O método de controle sintético é, portanto, notadamente a opção preferida para avaliar este tratamento. Construímos controles sintéticos para cada

município PMV + Imazon10 usando municípios que não estão no PMV. Dados os efeitos potencialmente importantes da lista negra, nos valem de um conjunto de municípios listados para construir o controle sintético para os oito municípios que estão na lista, no PMV e no Imazon10, e um conjunto de doadores de municípios não listados para os dois municípios no Imazon10 que não estão na lista negra.

Para cada um município no PMV + Imazon10, plotamos o desmatamento ao longo do tempo no município e no controle sintético construído, mostrando o ano do tratamento como uma linha vertical pontilhada. Adicionalmente, o Anexo 2 inclui uma tabela para cada um município no Imazon10, especificando o valor das covariáveis para aquele município, o valor das covariáveis como ponderado para o controle sintético e os valores covariáveis médios e individuais para todos os municípios no conjunto de doadores. Essas tabelas mostram que o controle sintético é sempre mais similar ao município tratado do que a média do conjunto de doadores em termos das covariáveis. Avaliamos ainda a qualidade dos controles sintéticos com base nas plotagens de desmatamento histórico. Com base nas parcelas, classificamos os municípios em três categorias:

- (i) controle sintético fraco, ou seja, incapaz de identificar uma combinação linear de municípios doadores com desmatamento histórico similar, particularmente nos anos finais pré-tratamento para os quais erros de encaixe parecem implicar erros correlatos em estimativas de impacto;
- (ii) desmatamento sempre baixo, ou mesmo quando não baixo, baixo imediatamente ao pré-tratamento, implicando pouco potencial para a intervenção reduzir o desmatamento além das influências representadas no conjunto de doadores que já mantiveram desmatamento baixo; ou
- (iii) controles sintéticos com baixo MSPE (erro quadrático médio de previsão) que correspondem fortemente com a unidade tratada nos anos imediatamente antes do tratamento.

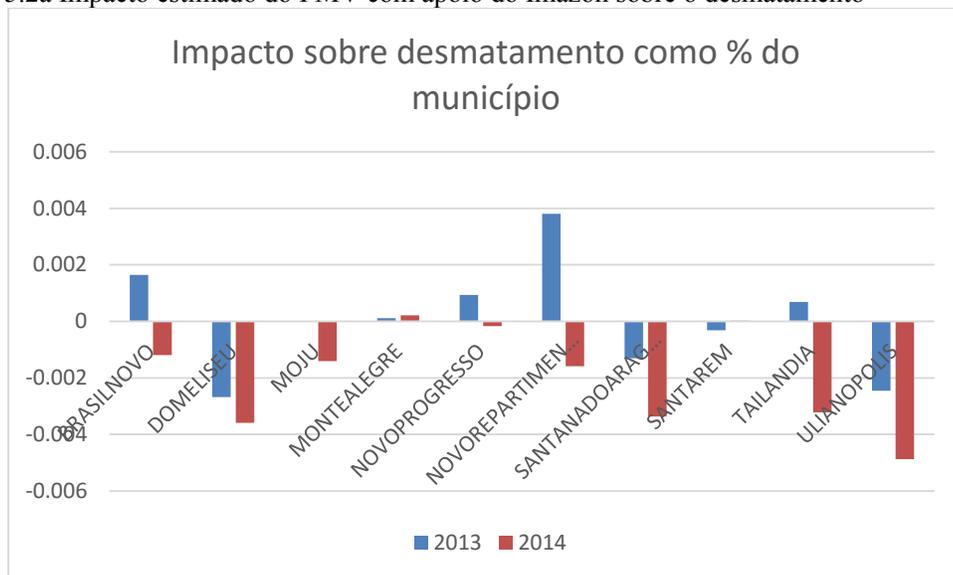
Seguimos a literatura SCM e descartamos o grupo (i), embora abaixo também investigamos a possibilidade de corrigir pelo erro de pré-tratamento usando uma abordagem tipo DiD. Para locais de baixa pressão (ii), controles sintéticos parecem corresponder bem, embora de fato não haja suficiente variação pré-tratamento para avaliar o encaixe. Estes também geralmente não mostram qualquer impacto do programa. Já que encontramos muitos municípios assim, essa categoria importa em termos dos impactos globais das intervenções. Para locais que estão enfrentando mais pressão e onde o controle sintético é uma correspondência razoável (iii), calculamos os impactos do tratamento como a porcentagem de desmatamento do tratado menos a porcentagem de desmatamento do sintético (implicando uma meta com valor abaixo de zero).

Para o PMV e Imazon *bundled*, constatamos que: (i) três municípios possuem controles sintéticos com encaixes fracos: Brasil Novo, Moju e Novo Repartimento; (ii) a taxa de desmatamento tem sido baixa e constante em Monte Alegre e Santarém, e isto não surpreendentemente leva a estimativas baixas de impactos, mas também dificulta a avaliação da qualidade do controle sintético; e (iii) o controle sintético corresponde fortemente com o desmatamento histórico em Novo Progresso e Santana do Araguaia, e corresponde razoavelmente em Dom Eliseu, Tailândia e Ulianópolis. Avaliar se a qualidade da correspondência é "boa ou suficiente" sempre será um julgamento um tanto subjetivo. Em todos os casos, a construção de um controle sintético melhora a correspondência ou o "equilíbrio" das covariáveis. Todavia, o cerne da SCM é o uso de dados históricos sobre o desfecho para fazer correspondências com os não observáveis e com os observáveis, e assim, no final, julgamos a qualidade com base nas parcelas de desmatamento histórico. As plotagens são apresentadas no Anexo 2. A título de ilustração do processo subjacente e dos produtos intermediários do pacote de software SCM, o Anexo 3 também mostra o vetor dos pesos designados para as diferentes covariáveis (V) e os diferentes municípios (W) para um município de estudo de caso. Escolhemos este estudo de caso porque os seus resultados são bastante típicos, na medida em que 10 municípios recebem pesos positivos em W . Neste caso, dois terços do peso está em Vila Rica, em MT, e Nova Mamoré, em RO, com a terça parte que resta distribuída entre três outros municípios. Este padrão de peso concentrado em poucos municípios pode facilitar o processo de obter informações locais e de peritos. Em V , dois terços do peso são colocados em apenas duas covariáveis: PIB municipal per capita e porcentagem do PIB da agricultura. Todavia, neste caso a terça parte remanescente está distribuída entre todas as outras covariáveis. Outra vez, estes vetores são uma amostra de apenas um município, oferecidos para ilustrar a produção de estimativas da SCM.

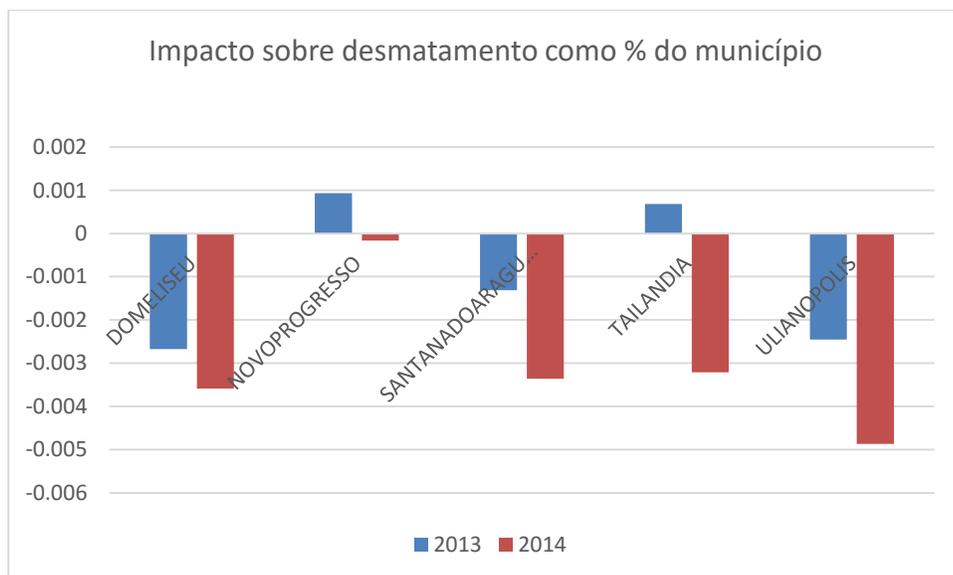
Como pode ser observado comparando as linhas sólidas e pontilhadas nas plotagens, os efeitos estimados vão desde um aumento do desmatamento até uma queda no desmatamento com relação à contrafactual. Em particular, diversos

municípios tratados parecem ter desmatamento mais alto do que suas contrafatuais em 2013 e desmatamento mais baixo em 2014 (por exemplo, ver plotagens para Novo Repartimento, Brasil Novo, Moju e Tailândia). Todavia, alguns dos efeitos de aumento aparente no desmatamento em 2013 são para municípios com os piores encaixes nos seus controles sintéticos (por exemplo, Novo Repartimento e Brasil Novo). Um dos municípios (Moju) juntou-se ao Imazon10 apenas em 2013. Conforme mostrado na Figura 5.2a, para os municípios que constam na lista negra, todas as estimativas pontuais em 2014 foram de desmatamento reduzido. Vale notar que alguns dos maiores efeitos sobre a redução do desmatamento estão nos três municípios considerados como tendo controles sintéticos “suficientemente bons” (ver Figura 5.2b), apesar do fato de que o desmatamento naqueles controles sintéticos estava abaixo do desmatamento real nos anos imediatamente anteriores ao tratamento, o que levaria a um viés para baixo na estimativa do impacto se aquela diferença persistisse no período de tratamento.

5.2a Impacto estimado do PMV com apoio do Imazon sobre o desmatamento



5.2a Impacto estimado do PMV com apoio do Imazon sobre o desmatamento em municípios com bons controles de qualidade sintética



Calculando a média nos cinco municípios com bons controles de qualidade sintética, constatamos que o PMV + Imazon *bundled* em média reduziram o desmatamento como porcentagem do município em 0,3% ou 21 km² em 2014 (e em <0,1% ou <0,7 km² em 2013). Isto deixa uma questão fundamental: estes impactos continuarão no futuro?

A próxima pergunta é se estes efeitos são estatisticamente diferentes de zero. Para esta avaliação, nos voltamos para quatro conjuntos de testes placebo para estabelecer a gama de estimativas ao redor de zero que poderiam ser esperadas devido puramente ao ruído. Os quatro testes placebo são para tratamento em 2011, 2012 e 2013 para os municípios na lista negra e em 2012 para os municípios não listados. O anexo fornece histogramas dos efeitos placebo estimados, mostrando o nível empírico de confiança de 90% por volta de zero. As marcas de seleção no topo daqueles histogramas indicam os efeitos reais estimados nos municípios tratados. Qualquer um que ficar fora do intervalo de confiança de 90% (quer dizer, abaixo – ou mais negativo – do que o quinto percentil dos efeitos placebo) indica um efeito estatisticamente significativo do Imazon10 em reduzir o desmatamento. A Tabela 5.2 resume os resultados dos dez municípios no Imazon10.

Tabela 5.2. Efeito da intervenção do Imazon10 + PMV *bundled*, estimado com SCM: primeiro símbolo (+ ou -) indica se a estimativa do ponto é positiva ou negativa e o segundo símbolo indica a sua significância estatística com base nos testes placebo: significativamente diferente de zero na direção positiva (+) ou negativa (-) ou não diferente de zero (0):

‘0’ - zero (dentro do intervalo de confiança de 90% ao redor de zero estabelecido pelos placebos).

‘-’ - reduz desmatamento (mais negativo que pelo menos 95% dos efeitos placebo estimados).

‘+’ - aumenta desmatamento (mais positivo que pelo menos 95% dos efeitos placebo estimados).

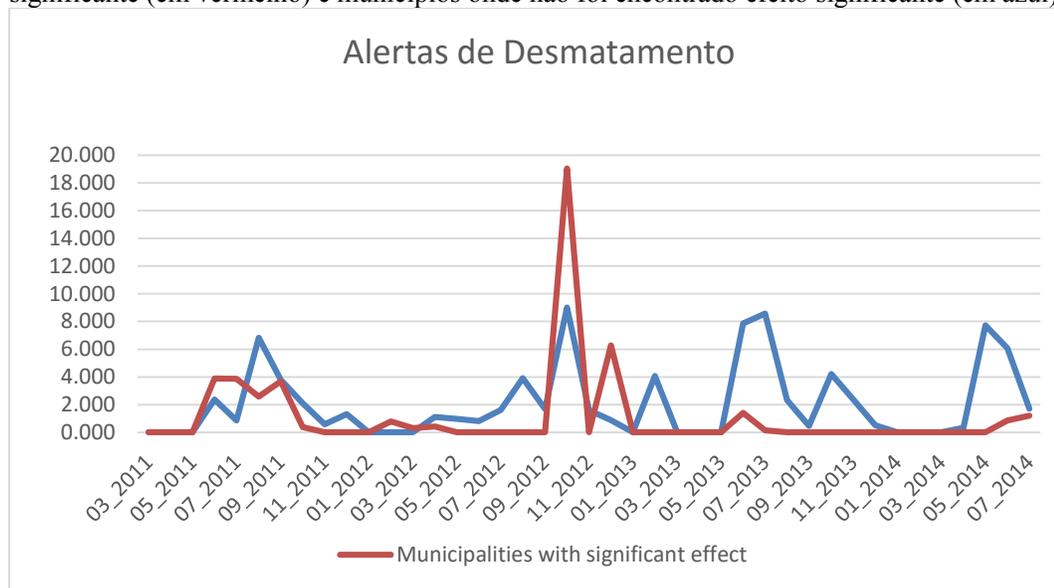
Município	Ano de ingresso	Qualidade do Controle Synth	Sinal e significância do efeito do Imazon10+PMV		
			2012	2013	2014
Na lista Negra					
Brasil Novo	2012	Inaceitável			
Dom Eliseu	2011	Boa	+ 0	--	--
Moju	2013	Inaceitável			
Novo Progresso	2012	Excelente	- 0	+ 0	- 0
Novo Repartimento	2012	Inaceitável			
Santana do Araguaia	2012	Excelente	- 0	- 0	--
Tailândia	2011	Boa	+ 0	+ 0	--
Ulianópolis	2011	Boa	+ 0	- 0	--
Fora da lista negra					
Monte Alegre	2012	Desconhecida [‡]	+ 0	- 0	+ 0
Santarém	2012	Desconhecida [‡]	- 0	- 0	+ 0

[‡]Embora os controles sintéticos correspondam com o desmatamento anual nestes municípios antes de 2012, este não é um bom teste da sua validade como contrafatuais, porque o desmatamento anual foi consistentemente muito baixo e, portanto, muito fácil de se equiparar simplesmente escolhendo outros municípios fora da fronteira ativa de desmatamento.

As parcelas placebo e a tabela mostram que os únicos efeitos consistentemente significativos na redução do desmatamento ocorrem nos municípios na lista negra três anos depois que começaram a trabalhar com o Imazon, ou seja, em 2014 nos municípios listados que começaram a trabalhar com o Imazon em 2011. Nos outros municípios que começaram a trabalhar com o Imazon em 2012 ou 2013 (exceto Santana do Araguaia), nenhum dos efeitos estimados é significativamente diferente de zero. Em particular, a última parcela de placebo deixa claro que não há efeito significativo nos dois municípios que não estão na lista negra: Monte Alegre e Santarém. Dependendo da confirmação com dados de desmatamento de anos futuros, parece que o Imazon10 tem um efeito atrasado, reduzindo o desmatamento apenas após vários anos no programa. Todos os municípios no Imazon10 estão implementando o PMV, no sentido definido anteriormente. Mas nem todos realizaram todas as metas do programa. Por exemplo, o PMV fixa a meta para todos os municípios registrarem no CAR pelo menos 80% das terras elegíveis para registro (a zona CAR1). Todos os quatro municípios onde o programa teve um impacto significativo em 2014 (Dom Eliseu, Santana do Araguaia, Tailândia e Ulianópolis) haviam registrado mais de 80% das suas terras elegíveis no CAR, enquanto nenhum dos outros municípios no Imazon10 havia alcançado tal meta. Em fases futuras deste trabalho avaliaremos o impacto do registro de terras no CAR sobre as terras registradas e o resto do município.

Outra medida para avaliar o impacto do Imazon10 e PMV é o número de alertas de desmatamento emitidos pelo Imazon para cada município e se/como os governos municipais responderam. A Figura 5.3 compara o número de alertas de desmatamento emitidos em média aos quatro municípios no Imazon10 onde o Imazon10 teve impactos estatisticamente significantes e negativos (desmatamento mais baixo em relação ao controle sintético) ao número de alertas nos dois municípios onde não houve impacto (excluindo os quatro municípios onde não pudemos construir ou não pudemos efetivamente julgar a qualidade do controle sintético). Como aconteceu com o desmatamento, esta figura mostra que desde o primeiro trimestre de 2013 tem havido consistentemente menos alertas nos quatro municípios onde estimamos impactos significantes.

Figura 5.3: Número médio de alertas de desmatamento por município onde se estimou que o Imazon 10 teve um efeito significativo (em vermelho) e municípios onde não foi encontrado efeito significativo (em azul)



Municipalities with significant effect = Municípios com efeitos significantes

As constatações da SCM salientam uma importante consideração quando se pensa em impactos. Por um lado, onde a lista negra é imposta, há outras forças atuando para reduzir o desmatamento, limitando assim os impactos do tratamento PMV + Imazon10. Por outro lado, a lista negra não foi imposta aleatoriamente, e onde não foi imposta há boas chances de haver baixa pressão pelo desmatamento, que também delimita os impactos muito próximos a zero, porque a redução máxima possível no desmatamento é a quantidade total de desmatamento sob a contrafactual. Desde que haja pouquíssimo desmatamento sob a contrafactual, então pode haver pouquíssima redução sob o tratamento. É claro que o desmatamento contrafactual pode crescer com o tempo, e assim os efeitos poderão ficar evidentes apenas depois de vários anos. Ainda no tema de seleção, também enfatizamos uma questão de seleção dupla PMV, que avaliamos a seguir. Entre os lugares onde a lista negra não é imposta, alguns serão conhecidos na região por estarem sob maior pressão e maiores chances de ser colocados na lista negra. O PMV provavelmente focalizou alguns destes. Se isto for o caso, poderá ser difícil encontrar boas correspondências para estes, por exemplo, podem ter em média desmatamento mais alto do que outros locais que não estão na lista negra. Isto pode levar a estimativas espúrias de que o PMV aumenta o desmatamento, tais como a estimativa de ponto de um efeito positivo do Imazon10 e PMV *bundled* sobre o desmatamento em Monte Alegre (Ver anexo).

5.2.2 Impacto do PMV estimado com SCM

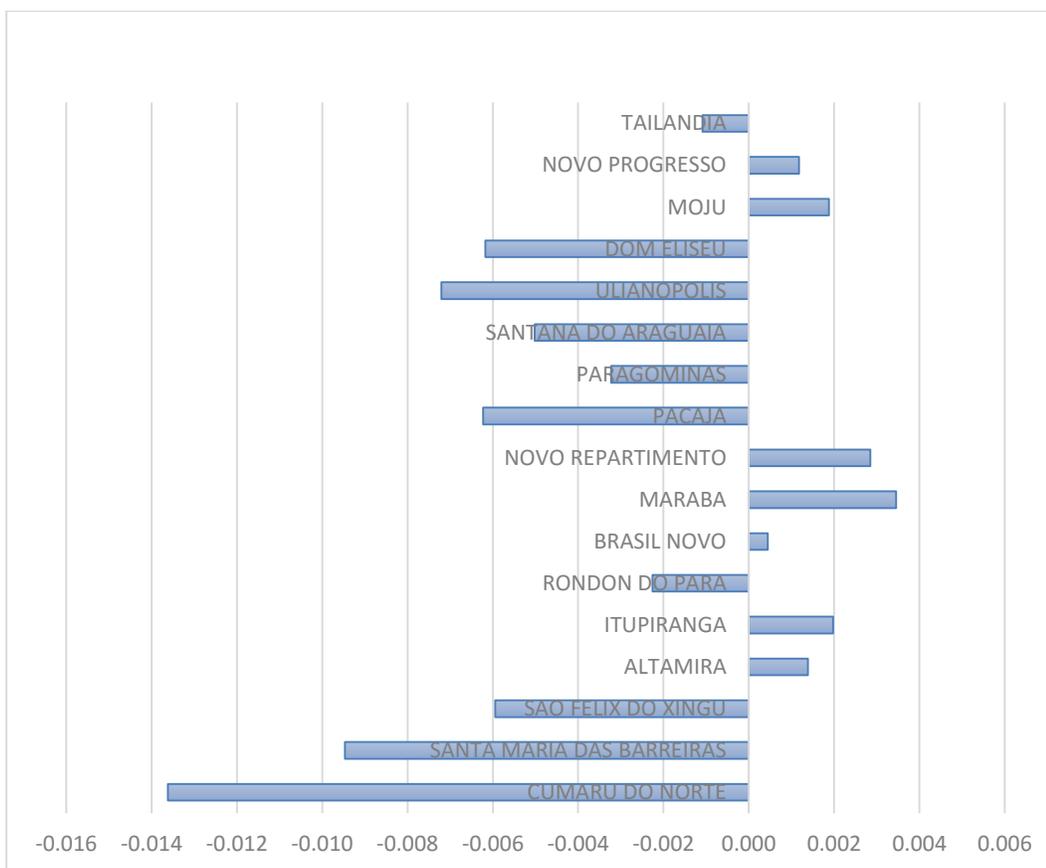
Como é o caso com a intervenção do PMV e Imazon10 *bundled*, examinamos os efeitos do PMV nos municípios na lista negra e municípios não listados separadamente, reconhecendo histórias diferentes de desmatamento (criando diferentes oportunidades para reduzir o desmatamento) e também diferentes conjuntos de intervenções desenhados para reduzir o

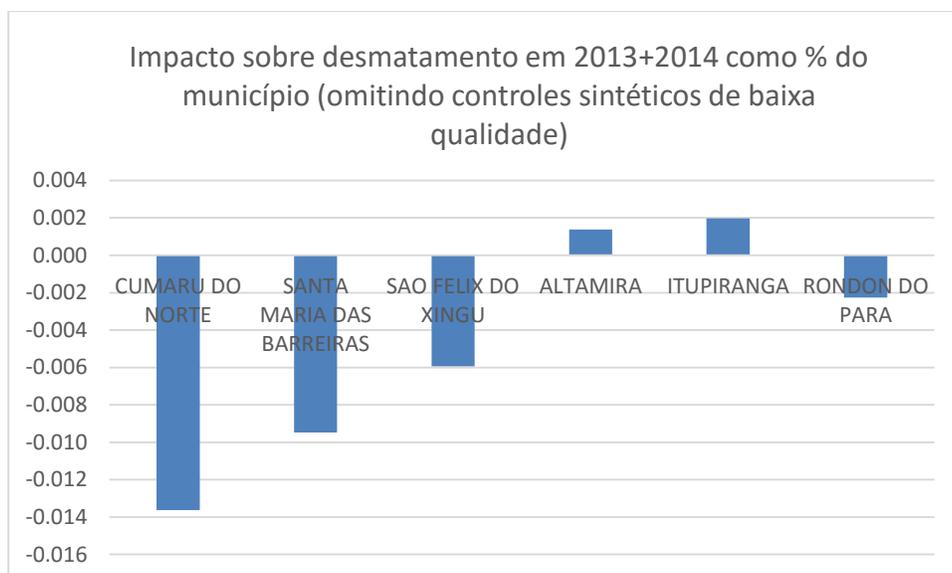
desmatamento. As plotagens para todos os municípios referenciados como exemplos aqui são apresentados no Anexo 2. Em geral, o PMV tem mais impacto sobre os municípios na lista negra, como é visto claramente pelas plotagens de doadores para Cumaru do Norte, Rondon do Pará e Santa Maria da Barreira. Mais especificamente, nos 10 municípios na lista negra que aderiram ao PMV em 2010, o tratamento pareceu reduzir o desmatamento em 2014 em todos menos um, e reduziu significativamente o desmatamento (abaixo do ruído observado nos placebos) em cinco dos municípios. Isto foi observado em apenas um dos sete municípios na lista negra que aderiram ao PMV em 2011.

Para o conjunto maior de municípios no PMV, mas não na lista negra (Figura 1.1), seguimos a mesma abordagem de categorizar os municípios com base nas suas plotagens de doadores, constatando que apenas cerca de 20% possuem controles sintéticos que claramente correspondem ao seu desmatamento histórico (ilustrado por Bannach e Tucumã), outros 20% possuem controles sintéticos claramente de baixa qualidade (ilustrado por Piçarra e Rurópolis) e os 60% têm desmatamento baixíssimo sempre ou em anos recentes, significando que não há muita variação para testar a qualidade da correspondência e que há pouco escopo para impacto (ilustrado por Chaves e Redenção).

Resumimos os efeitos somando a porcentagem de desmatamento nos anos mais recentes observados: 2013 e 2014 (usando dados preliminares de desmatamento para 2014). A Figura 5.4 sugere que o PMV foi bem sucedido em reduzir o desmatamento em Cumaru do Norte e o efeito mais perverso em Marabá. Ambos possuem um MSPE razoável, mas as plotagens dos controles sintéticos (Anexo 2) mostram que o sintético para Cumaru do Norte é de qualidade muito maior do que o de Marabá nos anos imediatamente antes do tratamento, assim, temos pouca confiança no efeito aparentemente perverso em Marabá.

Figura 5.4. Resumo dos efeitos estimados do PMV sobre o desmatamento como porcentagem da área municipal no decorrer de 2013 e 2014 (soma do desmatamento nestes dois anos)





Com base na literatura, o resumo dos nossos resultados omite estimativas de impacto para municípios com controles sintéticos de baixa qualidade (indicados por alto MSPE ou grande erro sistemático nos três anos antes do tratamento). Por exemplo, Novo Repartimento tem uma das mais altas taxas de desmatamento na Amazônia, dificultando a construção de um controle sintético. Embora não seja verdade em geral, suspeitamos que para esta avaliação sintéticos de baixa qualidade geralmente subestimam o verdadeiro impacto (com exceções, como Mãe do Rio). Todavia, em alguns casos, embora haja um grande erro no encaixe imediatamente antes do tratamento que parece geral, o que devem ser impactos estimados espúrios, ainda poderia haver um verdadeiro impacto que talvez seja subavaliado devido ao erro (Ver plotagem para Pacajá).

Portanto, também especulamos sobre formas para ajustar o desequilíbrio entre tais controles sintéticos e municípios tratados, motivados pela preocupação de que simplesmente omitir isto significa descartar importantes informações (qualquer dos lados, dependendo do sinal do desequilíbrio). Cremos que um próximo passo lógico para gerar mais informações relevantes para políticas seria extrair qualquer erro residual persistente nos controles sintéticos, algo semelhante a estimar a DiD dentro de uma amostra correspondente. Especificamente, isto significaria subtrair o erro persistente do impacto estimado nos anos imediatamente antes do tratamento. Entretanto, diferentemente da DiD, não está óbvio o ano do qual o erro deva ser extraído. Para ilustrar a ideia e alguns desafios potenciais para a sua implementação, calculamos o erro tirando a média da diferença entre o real e o sintético no ano de entrada no PMV e os dois anos anteriores (2008–2010) para Marabá e Cumaru do Norte. Após ajustar os efeitos em 2013 e 2014 pela subtração deste erro, o efeito do PMV parece ser ainda maior em Marabá do que em Cumaru do Norte, conforme mostrado na Tabela 5.3. Entretanto, este resultado é sensível à construção do erro de pré-tratamento, tal como DiD é sensível ao ano presumido de linha base. Por exemplo, se extrairmos o erro médio em 2009 e 2010, então ainda parece que o PMV reduz o desmatamento em Marabá, mas em menor grau do que em Cumaru do Norte. Assim, não fazemos este ajuste às estimativas relatadas aqui.

Tabela 5.3: Ilustração dos efeitos de ajuste para o erro médio pré-tratamento

Efeito em 2013 + 2014	Marabá	Cumaru do Norte
Estimativa SCM	0.0033	-0,0136
Após ajuste	-0,0158	-0,0074

Conforme mostrado na Tabela 5.3, mesmo se ajustássemos as estimativas de impacto para erro residual, ainda haveria grande heterogeneidade nos efeitos estimados. Além do status na lista negra, outro possível propulsor desta heterogeneidade é o tamanho do município, porque a exigência de reduzir o desmatamento abaixo de 40 km² para poder

sair da lista negra é muito mais restritivo para os grandes municípios. Os municípios no PMV variam enormemente em tamanho, com 27 acima da média (com tamanho médio de 32.000 km²) e 63 abaixo da média (com tamanho médio de 3.300 km²). Como previsto, entre os municípios na lista negra, o efeito do PMV sobre a porcentagem de desmatamento é consideravelmente maior em 2013, embora não seja diferente em 2014, entre municípios maiores do que a média.

5.2.3 Impacto do “PMV só no papel” *versus* “implementação do PMV” estimado com SCM

Examinamos diferenças entre municípios que são parte do PMV no papel apenas *versus* aqueles que estão ativamente engajados em implementar o programa (com base na nossa categorização simples descrita acima¹¹). Todos os municípios na lista negra do PMV menos um estão ativamente implementando o programa. Assim, focamos municípios não listados, comparando o efeito de aderir ao PMV no papel apenas *versus* Implementando o PMV. Constatamos que o PMV essencialmente exerce um efeito zero ($<|0.0001|$) sobre a porcentagem de desmatamento em 2013 e 2014 nos municípios que participam apenas no papel, e um pequeno efeito na porcentagem do desmatamento em 2013 (média de -0,0006) e 2014 (média de -0,0002) nos municípios que implementam o programa. Comparando os efeitos estimados para (a) diferentes anos e (b) diferentes municípios não listados, o PMV tem o maior efeito na redução do desmatamento (a) em 2013 e (b) em municípios que estiveram ativamente engajados na implementação do programa. Pelo fato de todos os municípios do PMV na lista negra menos um estarem ativamente engajados na implementação do programa, os efeitos estimados do “PMV no papel” e “implementação do PMV” são quase idênticos para os municípios na lista negra. O efeito médio nos municípios na lista negra é maior em 2014 (o ano mais recente para dados). Devemos enfatizar que padrões como este são apenas sugestivos, mas mesmo assim é pelo menos interessante especular que talvez fora da lista negra a pressão geral de pano de fundo para o desmatamento impulsiona o impacto (resultando numa contrafactual mais alta e, portanto, maior impacto em 2013), ao passo que municípios na lista negra (mas não no PMV) podem estar permitindo que o desmatamento se eleve lentamente com o tempo para acomodar atividades econômicas (resultando numa contrafactual mais alta em 2014).

5.2.4 Impacto do PMV estimado com Correspondência Padrão

Para colocar em contexto os nossos resultados usando a SCM, também realizamos correspondências mais convencionais para ver se o PMV reduziu (ou evitou) o desmatamento em 2013 e 2014. Aplicamos a correspondência apenas ao PMV (no papel e implementação), que possui uma amostra de tratamentos com dimensões suficientes para os testes estatísticos convencionais de equilíbrio e efeitos significantes. Empregamos duas das formas mais amplamente usadas de correspondência: covariável (usando a métrica de Mahalanobis) e correspondência de predisposição (kernel) (Pattanayak, 2009). Mesmo antes de rodar o avaliador de correspondência, a montagem inicial para a correspondência convencional difere da SCM nas seguintes etapas:

1. Definir uma lista de desfechos, que diferentemente da SCM requer a especificação do ano de interesse. Com a correspondência convencional, podemos usar a mesma amostra correspondente para examinar os impactos sobre diversos desfechos diferentes (porque as correspondências não são construídas para combinar com os valores defasados de um determinado desfecho). Assim, além da porcentagem de desmatamento (*anodeflorpct2014* *anodeflorpct2013*), consideramos o nível de desmatamento ou “desmatamento absoluto” (*kmdefor2014* *kmdefor2013*) num município em 2013 ou 2014.
2. Definir uma lista de tratamentos, que diferentemente da SCM requer definição do ano de interesse. Decidimos examinar o impacto de aderir ao PMV em 2010, aderir ao PMV em 2011, aderir ao PMV em 2010 ou 2011, e se engajar na implementação do PMV conforme definido acima (*pmv2010*, *pmv2011*, *pmv2010+11*, *pmv-implementation*).
3. Definir uma lista de covariáveis, com um foco maior sobre covariáveis que afetam a participação e o desmatamento, ao contrário dos determinantes de desmatamento usados na SCM. Decidimos usar: *everblacklisted* *sharedefor2000*

¹¹ Note que consideramos que um município estava implementando o PMV a partir da data em que assinaram o acordo, desde que alcançassem pelo menos três das quatro etapas-chave até o momento desta avaliação. Ou seja, este tratamento é definido como engajamento ativo do município no programa, medido pela consecução destas etapas. Nós não temos dados sobre quando cada etapa foi completada e, portanto, não podemos medir o efeito de ter concluído cada etapa.

*roadclassR2010 pctindigmuni2011 pctpamuni2011 incrapctR2010 polpartyR2008 cattleR2004
numberofagR2011 fmdR2011 incR2000 pibpcR2003 popdenR2000 pibagpctR2003 eduIDHR2011
pctembargoR2011* (Ver anexo para uma descrição completa das variáveis).

4. Identificar duas subamostras alternativas correspondendo a: i) exclusão de tratamentos se eram parte do Imazon10 e ii) exclusão de controles potenciais se o município era contíguo a um tratamento para evitar vieses de transbordo.

Dada a natureza suplementar desta análise de correspondência padrão, não relatamos todos os resultados de cada uma destas muitas rodadas modelo ou reestimamos os efeitos com as estimativas revisadas de desmatamento 2013 e 2014. Os resultados podem ser resumidos como se segue. Primeiro, comparada à correspondência de covariáveis, a correspondência *kernel* é melhor para comparar municípios de tratamento e controle, presumivelmente porque tem mais graus de liberdade (ou seja, todos os controles em potencial estão contribuindo potencialmente com a comparação). Isto é relevante para SCM como estratégia porque a correspondência *kernel* é semelhante em espírito ao que SCM está tentando fazer. Segundo, diferentemente da SCM, a maioria das nossas análises convencionais de correspondência mostram que o tratamento não reduz o desmatamento anual de forma significativa estatisticamente (em termos percentuais ou absolutos). Isto pode ser porque a correspondência convencional estima um efeito médio em todos os municípios tratados, incluindo os municípios que são excluídos dos resumos dos resultados SCM por causa de correspondências fracas. Há uma exceção: a correspondência convencional (covariável e *kernel*) mostra que os municípios que se juntaram ao PMV em 2010 têm desmatamento mais baixo em 2014 (tanto percentual como absoluto) comparado aos seus controles correspondentes. Isto é consistente com a constatação da SCM e sugere que mais impactos poderão emergir com o tempo.

Tabela 5.4: Resumo das avaliações e resultados. Todas as avaliações são condicionadas ao status na lista negra

Intervenção	Abordagem de avaliação	Calendário de avaliação (todos usam dados de 2001 a 2014)	Variável de desfecho	Resultados
Imazon10 + PMV	SCM	Impacto observado começando em 2011 a 2013 dependendo do município; foco sobre 2013-2014	Área desmatada anualmente / área municipal	Correspondências razoáveis feitas com cinco dos oito municípios na lista negra. Reduções significativas no desmatamento em 2014 (fora do intervalo de confiança de 90% de cerca de zero com base em placebos) em municípios na lista negra que começaram com o Imazon em 2011 (Dom Eliseu, Tailândia, Ulianópolis) e em dois municípios no terceiro ano de colaboração com o Imazon (Dom Eliseu em 2013 e Santana do Araguaia em 2014). Desmatamento insuficiente para julgar a qualidade sintética ou observar um impacto substancial sobre o desmatamento em dois municípios não inseridos na lista negra
PMV (todos)	Regressão de painel	Impacto observado começando em 2011 a 2014 dependendo do município	Desmatamento anual em Km ²	Redução significativa em desmatamento
	SCM	Impacto observado começando em 2011 ou 2012 dependendo do município; foco sobre 2013-2014	Área desmatada anualmente / área municipal	Reduções substanciais no desmatamento em municípios na lista negra em 2014 (estatisticamente significante entre cinco municípios que aderiram em 2010 e um município que aderiu em 2011)
	Correspondência (covariável e kernel)	Impacto testado em 2013-2014	Área desmatada anualmente / área municipal e área desmatada anualmente (km ²)	Redução significativa do desmatamento em 2014 em municípios que aderiram ao PMV em 2010 (primeiro ano)
PMV (apenas papel)	SCM	Impacto observado começando em 2011 ou 2012 dependendo do município; foco sobre 2013-2014	Área desmatada anualmente / área municipal	Pequenas reduções no desmatamento para os incluídos na lista negra (nenhum impacto nos não listados)

PMV (implementação)	SCM	Impacto observado começando em 2011 ou 2012 dependendo do município; foco sobre 2013-2014	Área desmatada anualmente / área municipal	Pequenas reduções em 2013 e reduções ínfimas no desmatamento em 2014 nos municípios não listados (na lista negra o mesmo que PMV no papel)
	Correspondência (covariável e <i>kernel</i>)	Impacto testado em 2013-2014	Área desmatada anualmente e área desmatada anualmente / área municipal	Mesmo que PMV (todos)

5.2.5 Efeitos Estimados pela Situação de Posse (local, elegível para CAR e outros)

Os resultados são apresentados no Anexo 3. Resumimos aqui comparando os efeitos estimados sobre o desmatamento no município inteiro (conforme relatado acima) com o desmatamento na área mais diretamente sob governança local (área da prefeitura) e nas áreas elegíveis e não elegíveis para o CAR. Estimamos os efeitos numa determinada zona de posse quando aquela zona compreendia pelo menos 5% de um município.

Resumo

Grupo de teste	Município inteiro	Área da Prefeitura (CAR E2), excluindo áreas federais	Área elegível para CAR (CAR E1)	Não elegível para CAR
Oito municípios que estão na lista negra, no PMV e no Imazon10	Quatro negativo e significativo, 1 zero, 3 correspondências fracas em 2014. Apenas Dom Eliseu significativo e negativo em 2013.	Efeito negativo em todos aqueles tratados e aqueles com resultados significantes. Redução média de -0,27% no desmatamento em 2014.	Efeito médio negativo no desmatamento em todos os oito municípios tratados apenas em 2014 (-0,19%). Efeito médio negativo naqueles com efeitos estatisticamente significantes em ambos os anos (-0,15% para 2014)	Negativo em Brasil Novo; insignificante em Novo Progresso e Novo Repartimento; área pequena demais nos outros municípios
Dois municípios que não estão na lista negra, mas são do PMV e Imazon10	Impacto zero em 2012-2014	Apenas Santarém tem um efeito negativo sobre o desmatamento (impacto em 2014 é -0,003%)	Efeito negativo apenas para Santarém. O impacto deste município sobre 2014 é -0,04%	Ambos os municípios com um efeito negativo em 2014 (-0,008%)
17 municípios que estão na lista negra e no PMV	Efeito negativo sobre o desmatamento. Impacto médio em 2014 de -0,19%	Efeito negativo sobre o desmatamento. Impacto médio em 2014 de -0,50%	Efeito médio negativo do tratamento igual a -0,22% em 2014. Também efeito negativo para 2013	Efeito médio negativo sobre o desmatamento nos municípios tratados para 2013 e 2014. Impacto para 2014 é -0,11%
70 municípios que não estão na lista negra, mas são do PMV	Efeito negativo sobre o desmatamento em 2013-14		43 dos 70 municípios tratados com efeitos negativos sobre o desmatamento em 2014	22 dos 39 municípios tratados têm um efeito negativo sobre o desmatamento

6. DISCUSSÃO

Consistente com as nossas expectativas de que a lista negra federal é uma variável moderadora chave, constatamos que os impactos do Imazon10 e PMV foram diferentes para municípios na lista negra e para os não listados. Isto provavelmente é devido a alguma combinação de seleção para a lista negra (ou seja, municípios com mais desmatamento anterior estavam na lista negra) e implementação da lista negra (por exemplo, incentivos econômicos, tais como restaurar acesso ao crédito agrícola, para reduzir o desmatamento).

Entre os municípios na lista negra (e sob risco de ser listado), a influência das intervenções do PMV e Imazon10 sobre o desmatamento depende de como interagem com a lista negra:

- (i) poderiam complementar incentivos federais (lista negra) ajudando a construir a capacidade de governança e o capital social necessários para limitar o desmatamento de forma a poder evitar a entrada na lista negra ou sair dela;
- (ii) poderiam ter “redundância florestal” face aos incentivos federais (lista negra), sem ter qualquer impacto adicional sobre o desmatamento, mas em vez disto ajudando a reduzir o custo de cumprir com mandatos federais; ou
- (iii) poderiam até certo ponto ser substituídos pela redução do desmatamento ao demonstrar a capacidade local de controlar o desmatamento e cumprir com mandatos federais, reduzindo potencialmente assim a onerosa vigilância federal e potencialmente permitindo ainda mais desmatamento.

Entre os municípios com baixo desmatamento que não correm risco de entrar na lista negra é improvável que os programas reduzam o desmatamento (porque não há muito desmatamento para reduzir). Todavia, poderiam talvez substituir pelos desfechos de desmatamento assegurando os fiscalizadores acerca da capacidade local de controlar o desmatamento, permitindo que o desmatamento aumentasse. Assim, tanto para municípios na lista como para os não listados, não temos previsão *a priori* sobre o efeito dos programas PMV e Imazon10, que plausivelmente poderiam ser negativos, zero ou positivos.

Nossa análise sugere que os impactos destes programas sobre o desmatamento são muitas vezes bastante modestos, especialmente nos municípios não listados, mas também nos municípios que constam na lista negra. Impactos emergem com maior frequência perto do final do período pós-tratamento, talvez por causa do aumento da pressão pelo desmatamento ou aumento na eficácia do programa. Para avaliar plenamente os benefícios do programa, o escopo da avaliação deverá ser expandido para incluir custos (talvez representados por atividade econômica local) e impactos de longo prazo na cobertura florestal líquida. Estes são possivelmente complementares, visto que baixar os custos locais de cumprimento de metas federais de desmatamento talvez seja a melhor forma de manter as reduções no desmatamento e construir o apoio local para a conservação e restauração da floresta.

Os programas no PMV e Imazon10 foram desenhados para ajudar os municípios a responderem à lista negra federal. Neste contexto, os programas poderiam ajudar os municípios a [1] cumprir com o mandato mais rapidamente e/ou [2] baixar os custos locais de cumprir com os mandatos federais. Fazer [1] significa reduzir o desmatamento e demonstrar a capacidade de controlar o desmatamento. Fazer [2] significa reduzir os custos de transação de cumprir com os regulamentos ambientais, bem como aumentar a rentabilidade de atividades econômicas compatíveis com o desmatamento reduzido.

Coerente com o seu primeiro papel, a meta declarada de curto prazo dos programas é reduzir o desmatamento bruto. Só que isso é viável apenas se houver pressão de desmatamento a ser bloqueada, por exemplo, nos municípios que estiveram ou correm risco de ir para a lista negra. Onde as pressões são baixas, poderá haver pouco desmatamento evitado. Assim, onde as ações federais já reduziram o desmatamento a níveis baixos, é improvável que detectemos impactos de curto prazo dos programas sobre o desmatamento. Onde a pressão para o desmatamento for alta, o efeito estimado depende da contrafactual, como em qualquer avaliação de impacto.

A meta imediata declarada das intervenções é controlar completamente o desmatamento bruto, que é considerado pré-requisito para a busca de outros objetivos, tais como o desenvolvimento de alternativas econômicas que não dependem do desmatamento e a restauração de zonas de matas ciliares (conforme exigência do Código Florestal). O argumento é que isto “fecha a fronteira”, aumentando a escassez e, assim, o valor da floresta, e reduzindo a sensação de impunidade e acesso irrestrito aos recursos florestais. Reduzir o desmatamento bruto para menos de 40 km² por ano é uma das exigências específicas para sair da lista negra, que é outra meta explícita estabelecida pelo PMV e Imazon10 para os municípios na lista negra. Não obstante, embora a redução do desmatamento bruto seja a meta imediata dos administradores do programa, parece provável que os governos locais possuam outras metas imediatas, tais como a manutenção da atividade econômica, incluindo a produção agropecuária. Assim, na perspectiva local, faria também sentido considerar resultados econômicos, e numa perspectiva de longo prazo, também faria sentido avaliar os impactos sobre

outros resultados, como o desmatamento líquido e medidas de bem-estar local, tais como o índice de desenvolvimento humano, ou IDH.

7. Custos das intervenções do Imazon10 e PMV

Para contextualizar os impactos das intervenções é importante avaliar seus custos. Para este fim, coletamos dados orçamentários para estimar o custo até agora do Imazon10, independentemente e junto com o PMV. Há numerosas limitações sobre a nossa capacidade de estimar custos, incluindo: i) as intervenções são contínuas e os custos podem declinar com o tempo, refletindo investimentos iniciais em capacitação e sistemas operacionais ii) tanto o Imazon como o governo estadual estão engajados em muitas atividades relacionadas, tornando difícil a desagregação e atribuição de custos a estes programas individuais e iii) os governos federal e municipais incorrem em custos para atividades que complementam, mas não são claramente componentes destes programas. Apesar destas limitações, desenvolvemos estimativas orçamentárias aproximadas que mostram que os gastos do Imazon por município são bastante significativos no contexto do PMV, que por sua vez é bastante significativo no contexto das despesas de governos municipais no meio ambiente rural.

Focalizamos a quantificação dos custos das duas intervenções para os seus administradores primários: o governo estadual no caso do PMV e o Imazon no caso do Imazon10. Também colhemos informações sobre as despesas relacionadas de três governos municipais. Embora estes orçamentos forneçam importantes informações sobre os custos do programa, estão longe de ser completos porque excluem contribuições do governo federal (por exemplo, atividades do MPF) e de outras ONGs (por exemplo, The Nature Conservancy – TNC, Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia – Ipam, Instituto Socioambiental – ISA e Instituto Internacional de Educação do Brasil – IEB). Ademais, não estimamos os custos arcados por proprietários de terras ou outras pessoas particulares, tais como os custos de oportunidade de abrir mão do desmatamento ou custos de transação na inscrição no CAR. Tanto o PMV como o Imazon10 buscam baixar estes custos para as pessoas privadas, e qualquer economia desta natureza representa um importante benefício adicional das intervenções.

Todos os custos são reportados em reais. A taxa de câmbio variou de USD 0,6 por R\$ em março de 2011 (quando o PMV foi lançado) até cerca de USD 0,35 por R\$ quatro anos depois. Não obstante, durante a maior parte do tempo considerado, a taxa de câmbio foi de cerca de USD 0,5 por R\$ e assim recomendamos o uso desta como uma taxa aproximada de conversão.

Dados orçamentários para o PMV foram obtidos de um portal orçamentário online do governo estadual denominado Siafem (Sistema Integrado de Administração Financeira para Estados e Municípios), usando as despesas (“líquido final”) associadas com a implementação do PMV. Durante a maior parte do período considerado (até final de junho de 2014), o orçamento do PMV foi gerenciado pelo i) gabinete do governador, que pagava os salários e despesas com viagens de uma pequena equipe do programa e ii) por outras unidades do governo estadual que de fato implementavam as atividades do programa.¹² No orçamento do governo estadual há verbas destinadas para o PMV nos orçamentos das seguintes unidades:

1. Instituto de Desenvolvimento Florestal do Estado do Pará – Ideflor;
2. Instituto de Desenvolvimento Econômico, Social e Ambiental do Estado do Pará – Idesp;
3. Instituto de Terras do Estado do Pará – Iterpa;
4. Secretaria de Estado de Indústria, Comércio e Mineração – Seicom;
5. Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural – Emater;
6. Secretaria de Meio Ambiente do Estado do Pará – Sema.

¹² Quando atualizarmos as nossas estimativas de custo para o ano que vem, precisaremos levar em conta uma nova estrutura de orçamento. Desde junho de 2014 o PMV está administrando o seu próprio orçamento, incluindo R\$ 83 milhões alocados pelo Fundo Amazônia.

Em 2011, apenas a Sema possuía verbas orçamentárias alocadas para o PMV, tornando 2012 o primeiro ano de implementação do programa. Focamos o período de 2013 e 2014, quando o programa estava plenamente operacional e assumindo custos por meio de diversos órgãos do governo estadual. Até o início desse período 100 municípios haviam aderido ao PMV, dessa forma, dividimos os custos por 100 para obter uma estimativa tipo “verso do envelope” dos custos por município.

O apoio do Imazon para os 10 municípios no PMV tem sido financiado pela Usaid e Skoll desde maio de 2013. Estes proveram informações sobre este programa para colocar estimativas de impacto para 2013 e 2014 em contexto. Embora tenhamos informações orçamentárias para este programa específico, há duas ressalvas importantes:

- (i) O Imazon de fato começou a colaboração com 9 dos 10 municípios antes disso (em 2011 ou 2012), e a nossa avaliação de impacto presume estas datas anteriores de tratamento para evitar a contaminação do período de pré-tratamento usado para construir os controles sintéticos. Portanto, o orçamento do Imazon para o programa em 2013 e 2014 claramente subestima o orçamento que seria necessário para lançar um programa similar num estado diferente sem todos os investimentos anteriores que foram feitos pelo Imazon.
- (ii) As despesas foram para i) atividades conduzidas no Imazon10; ii) atividades que beneficiam o Imazon10 e criam as bases para estender o programa a mais 40 municípios; e iii) custos operacionais e administrativos do Imazon. O primeiro destes pontos subestima o verdadeiro custo, enquanto a soma dos três superestima especialmente o custo por município, que cairá na medida em que mais municípios são acrescentados ao programa. Para uma estimativa de verso de envelope dos custos, distribuimos o custo das atividades conduzidas no Imazon10 entre aqueles 10 municípios, e o resto dos custos entre estes 10 municípios mais a metade do número que o Imazon planeja acrescentar ao programa (isto é, dividimos os custos totais por 30 municípios).

Também coletamos dados sobre gastos municipais em três municípios, selecionados como se segue. Com base nas características dos municípios participando no Imazon10, os agrupamos em três grupos de municípios semelhantes com base na sua condição de “lista negra”: na lista negra; anteriormente na lista negra, mas agora com desmatamento monitorado e sob controle; e nunca na lista negra. Então selecionamos um município em cada grupo com base em nossa avaliação da probabilidade de que a prefeitura responderia positivamente ao nosso pedido de dados orçamentários. Os três municípios selecionados foram Dom Eliseu (anteriormente na lista negra, agora com desmatamento monitorado e sob controle), Novo Repartimento (na lista negra) e Santarém (nunca na lista negra).¹³ Obtivemos informações sobre despesas do secretário de meio ambiente em cada um destes municípios. Eles não conseguiram identificar despesas associadas especificamente com o PMV. Em vez disso, Santarém providenciou informações do seu orçamento para combater o desmatamento. Dom Eliseu forneceu o orçamento total para a sua Secretaria Municipal de Meio Ambiente (Semma) e indicou que cerca de 80% era para áreas rurais. Novo Repartimento também forneceu o seu orçamento total e indicou que cerca de 50% era para áreas rurais. Entretanto, dentro do orçamento para áreas rurais, ficou claramente provado ser difícil para os municípios separarem os custos de implementar o PMV e de colaborar com o Imazon de outros custos que fazem parte das operações normais. Portanto, relatamos estes custos separadamente para fornecer um contexto adicional.

Fica claro que quantificar os custos administrativos da intervenção *bundled* do Imazon e PMV exige numerosas pressuposições. Ainda assim, apresentamos um cálculo aproximado de verso de envelope abaixo (Tabela 7.1). Estes custos são potencialmente superestimados por causa da identificação errônea de custos, por exemplo, órgãos estaduais podem ter recharacterizado algumas das atividades contínuas como sendo para o PMV no sistema orçamentário estadual. Também é igualmente importante saber se os impactos induzidos por estas

¹³O Imazon10 e PMV *bundled* reduziu o desmatamento em cada um destes municípios entre 0,02% e 0,4% da área municipal em 2014. Entretanto, considerando todos os anos desde que aderiram ao programa, o impacto cumulativo vai desde uma redução de 0,6% a um aumento de 1%. Conforme discutido acima, o aumento inicial no desmatamento pode refletir um efeito compensatório em que o engajamento no PMV pode desviar ou adiar ações de fiscalização federal ao demonstrar um compromisso local com a redução do desmatamento. Mas uma explicação igualmente provável é que este efeito positivo estimado reflete um fraco controle de qualidade sintética (alto MSPE e fraca correspondência imediatamente antes do tratamento entre o controle sintético e o desmatamento real em Novo Repartimento). A mudança de efeitos com o tempo e a dificuldade de construir a contrafactual para municípios com alto desmatamento como Novo Repartimento são desafios adicionais no cálculo da relação custo-eficácia.

despesas vão continuar, e em caso positivo, por quanto tempo. Muitos dos custos do programa nestes anos iniciais são para o treinamento de recursos humanos e o estabelecimento de sistemas de governança ambiental municipal que são previstos para durar vários anos.

Tabela 7.1: Custo administrativo por município (Reais, ano atual)

Categoria	2013	2014
Imazon focalizado nos 10	3.438	17.706
Programa geral do Imazon	42.530	43.291
Administração central do PMV	9.886	9.655
Atividades do PMV	54.930	12.238
Total	110.784	82.890

Os três municípios sobre os quais buscamos informações orçamentárias ofereceram estimativas muito diferentes dos seus custos na gestão de questões ambientais em áreas rurais, incluindo desmatamento (Tabela 7.2). Estes incluem todos os custos, não limitados a atividades adicionais empreendidas para o PMV. Ainda assim oferecem importantes informações contextuais: para a sua intervenção combinada (Imazon10 + PMV), o governo estadual e Imazon juntos gastaram algo entre um quarto e metade do que os governos municipais gastam em questões ambientais rurais (não limitado à regulação do desmatamento, mas dominado por este tema). Isto indica que os governos municipais suportam custos significativos que potencialmente poderiam ser reduzidos por meio de eficiências introduzidas pela intervenção Imazon10 + PMV. Ao mesmo tempo, isto também mostra que a intervenção é bastante significativa no que se refere a custos se considerarmos o que os governos municipais gastam.

Tabela 7.2: Custos municipais da governança ambiental rural

Município	2013	2014
Santarém	16.773	95.813
Dom Eliseu	310.438	188.322
Novo Repartimento	431.384	355.190

Anexo 1. Definições de variáveis

As covariáveis utilizadas na análise estão descritas abaixo, incluindo informações sobre as etapas de processamento.

VARIÁVEIS AMBIENTAIS

Declive e DEM

Informações sobre elevação e declive foram calculadas a partir de uma imagem raster da *Shuttle Radar Topography mission* (SRTM) que oferece gratuitamente mapas de elevação digital de alta qualidade numa resolução espacial de 90 m. O arquivo foi fornecido pelo Imazon. Estatísticas zonais foram usadas para derivar o min, max, extensão e média para o declive e DEM de cada município.

SOCIOECONÔMICO

Estradas

O Imazon forneceu um mapa de estradas que havia digitalizado manualmente a partir de imagens de satélite. Os dados incluíam informações sobre estradas não oficiais em 2003, 2007, 2008 e 2010 em todo o bioma amazônico, excluindo os estados do Maranhão e Tocantins. O *shapefile* Estrada continha classes 1, 2 e 3 que correspondiam ao tipo de estradas. Classe 1 é para estradas oficiais, classe 2 para estradas não oficiais (não constam nos mapas federais ou estaduais) e classe 3 são estradas em assentamentos humanos. As classes foram divididas por ano (2003, 2007, 2008 e 2010) e calculou-se uma área tampão de 5 km ao redor de todas as estradas.

Assentamentos do Inca

O Imazon forneceu dados sobre assentamentos do Inca. O *shapefile* do Inca continha informações acerca da capacidade de número de famílias e o número de famílias efetivamente reassentadas. Estes dados estão contidos na tabela de atributos sob CAPA e Beni. Para calcular os totais de capacidade e benefícios, os polígonos do Inca foram convertidos em pontos. Isto foi feito para reduzir erro e reter as informações das contas dos polígonos que atravessavam dois ou mais municípios. A informação sobre número de famílias foi atribuída ao município identificado na tabela de atributos. A área de assentamentos do Inca foi calculada com base na área dentro de cada município usando as divisas de 2013. Um total de 985 assentamentos do Inca cruzava divisas municipais e também está incluído na base de dados.

Áreas Indígenas

O *shapefile* com polígonos para territórios indígenas foi intersectado com o *shapefile* dos municípios para derivar o nome do município em que cada polígono indígena caía. O *shapefile* foi dissolvido pelos municípios para calcular a área em km² para cada município.

Áreas protegidas

O *shapefile* com polígonos para áreas protegidas estaduais e federais (incluindo APAs) foi intersectado com o *shapefile* dos municípios para derivar o nome do município em que cada polígono protegido caía. O *shapefile* foi dissolvido pelos municípios para calcular a área em km² para cada município. Todos os anos foram usados nos cálculos.

Registro no CAR

Os dados sobre propriedades no estado do Pará que são CAR Ativo e CAR provisório foram fornecidos pelo Imazon. Estes arquivos foram intersectados com o *shapefile* das divisas municipais de 2013 e a área foi calculada em km² em ambas as categorias para cada município. Para calcular a área total elegível para CAR, calculou-se a área municipal total em 2013 sem as áreas em áreas protegidas federais ou estaduais, territórios indígenas ou áreas urbanas.

Áreas Embargadas

Calculou-se a área sob embargo em cada município. Apenas as áreas embargadas para os anos 2000-2012 foram incluídas, embora a data incluisse uma gama de datas de 1963 a 2013. Este *shapefile* de embargos foi intersectado com o *shapefile* do município e dissolvido por município e data. O *shapefile* resultante foi dividido por ano, de 2000 até 2012, e todos os outros anos incluindo anos ausentes em um *shapefile*. A área sob embargo foi calculada em km².

INDÚSTRIAS

Minas

Um *shapefile* do ponto de localização das minas foi obtido do Imazon. Os dados não tinham informações da quantidade ou tipo de extração, então a contagem de minas totais dentro de cada município foi extraída.

Frigoríficos

Este *shapefile* mostra a localização dos matadouros de gado. O *shapefile* foi espacialmente juntado ao *shapefile* do município para derivar a contagem de frigoríficos por município e a soma de cabeças de gado. Uma escala de 1-10 foi criada para prover alguma informação acerca do tamanho da planta usando o campo cabeça de gado. A escala foi produzida usando a mesma lógica da escala dos polos madeireiros.

Também utilizamos a base de dados compilada pelo Imazon para acompanhar a série O Estado da Amazônia extraíndo as seguintes variáveis para o ano 2005 ou 2006:

Cattle	Densidade de gado no município (cabeças / km ²).
Income10	Parte percentual da renda que vai para os 10% com maior renda (porcentagem da renda total).
PctHomesWithLand	Porcentagem de casas com terras próprias e assentadas (porcentagem).
PIB_AG_PC	PIB per capita (Produto Interno Bruto) obtido de empreendimentos agrícolas (R\$ milhões).
PIBPC	PIB (Produto Interno Bruto) per capita (R\$)
PopDen	Densidade demográfica (pessoas / km ²).
PIB_PCT_AG	Porcentagem do PIB (Produto Interno Bruto) obtido de empreendimentos agrícolas (porcentagem).
CONFLICT.PCT	Porcentagem do município identificado como em conflito (porcentagem).
EDUCATIONIDH	IDH para educação usando nova metodologia (IDH).

Finalmente, reunimos dados adicionais de fontes do governo brasileiro (incluindo o Ministério da Agricultura e o Tribunal Superior Eleitoral) sobre o partido político do prefeito eleito em 2008 (codificado como variável binária indicando se é o mesmo partido do governador do estado, o PSDB); a densidade de propriedades rurais (contagem de propriedades por km²); e se o município estava sob quarentena em função da febre aftosa (resumido como número de anos livres da febre aftosa na década de 2000).

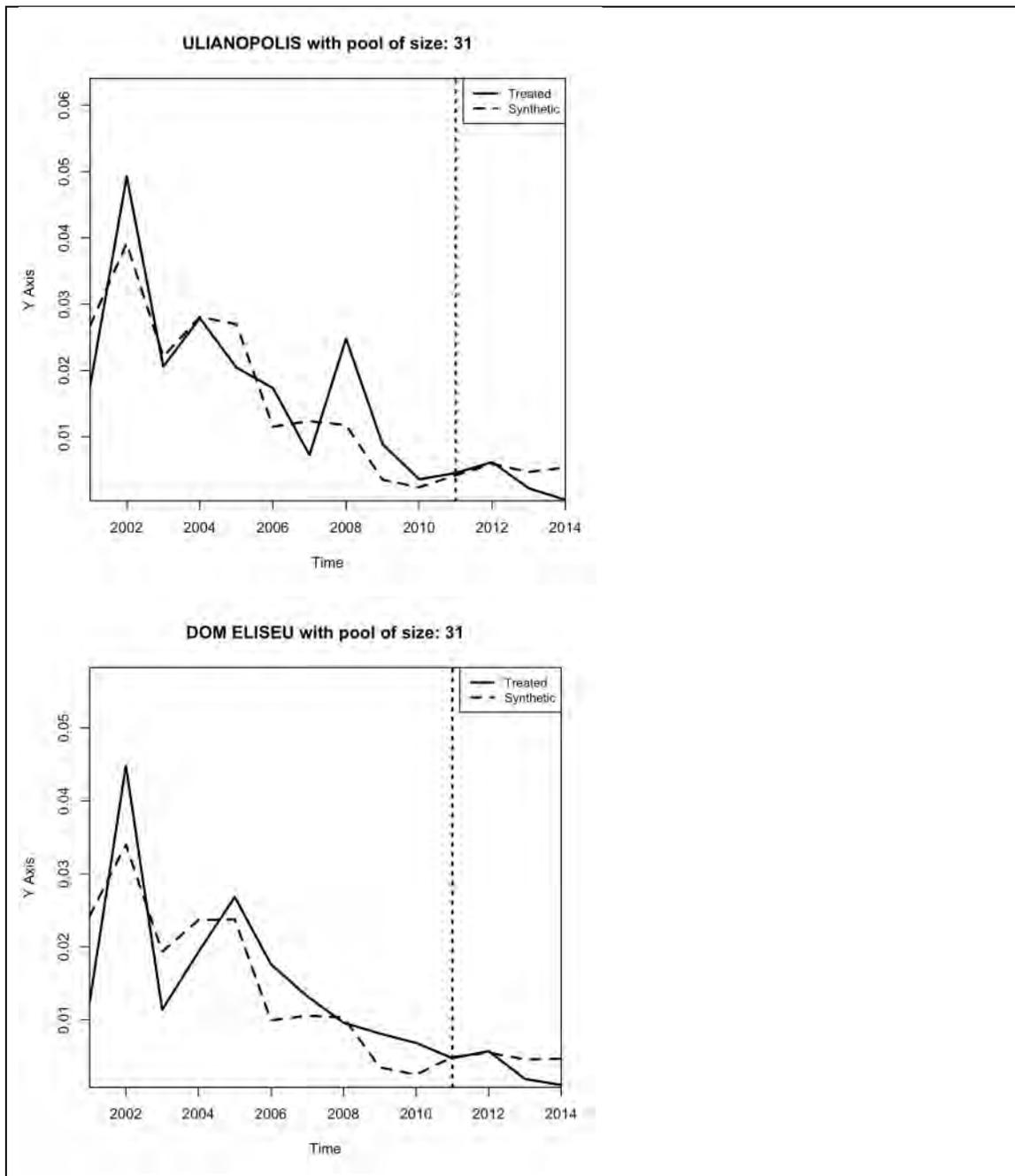
Todas as variáveis usadas na análise estão listadas na tabela abaixo:

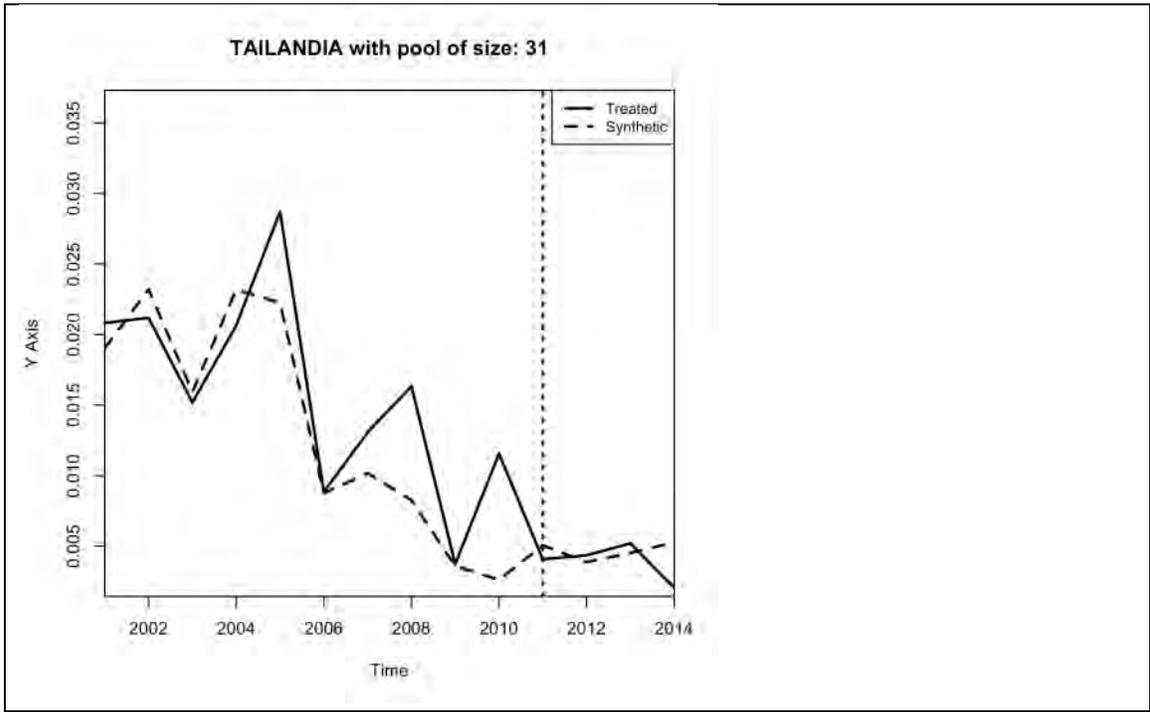
Nome da Variável	Descrição	Anos
MEANSLOPE	Declividade média (graus)	N/A
MEANDEM	Elevação média (metros)	N/A
ROAD.class12.PCT	Porcentagem da área do município dentro de 5 km de área de amortecimento da classe 1 (estradas oficiais) e classe 2 (estradas não oficiais) (porcentagem do município)	2003, 2007, 2008, 2010
PCT.INDIG.MUNI	Porcentagem do município designada como área indígena (porcentagem)	
PCT.PA.MUNI	Porcentagem do município designada como área protegida (porcentagem)	
INCRA.PCT	Porcentagem do município designada como área de assentamento do Incra	2000 - 2012
PCT.CAR.PRO	Porcentagem do município provisoriamente designada no CAR	
POLITICAL.PARTY	Filiação partidária do ganhador da eleição para prefeito (1 é PSDB, 0 é para todos os outros partidos)	2008, 2012
SLAUGHTERHOUSE	Um ou mais frigoríficos estão presentes no município (0 = nenhum, 1 = um ou mais)	2005
MINES	Densidade de minas no município (minas / km ²)	
Cattle	Densidade de gado no município (cabeças / km ²)	2000-2004
NUMBER.OF.AG	Densidade de propriedades rurais no município (propriedades / km ²)	2006
FMD	Número de anos na última década em que o município estava livre da Febre Aftosa (anos)	2000 - 2012
Income10	Porcentagem da renda que vai para os 10% com maior renda (porcentagem da renda total)	2000

PctHomesWithLand	Porcentagem de casas com terras próprias e assentadas (porcentagem).	2000
PIB_AG_PC	PIB per capita (Produto Interno Bruto) obtido de empreendimentos agrícolas (R\$ milhões)	2000 - 2003
PIBPC	PIB (Produto Interno Bruto) per capita (R\$)	2000 - 2003
PopDen	Densidade demográfica (pessoas / km ²)	2000
PIB_PCT_AG	Porcentagem do PIB (Produto Interno Bruto) obtido de empreendimentos agrícolas (porcentagem)	2000 - 2003
CONFLICT.PCT	Porcentagem do município identificado como em conflito (porcentagem)	2005
EDUCATIONIDH	IDH para educação usando nova metodologia (IDH)	2000
PCT.EMBARGO	Porcentagem da área do município sob embargo do Ibama (porcentagem)	2000 - 2012

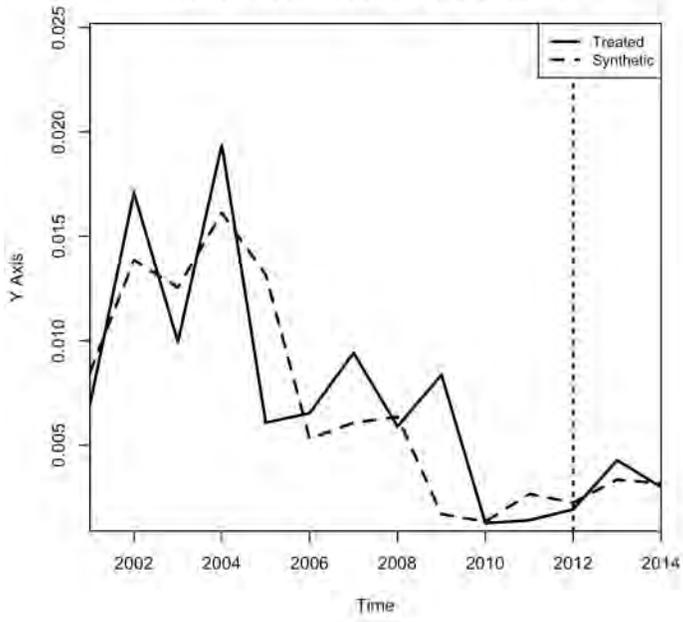
Anexo 2 Resultados da SCM

Plotagens de doadores mostram o desmatamento real no município 'tratado' (linha preta) e a estimativa de desmatamento sintético baseado no controle sintético (linha pontilhada). Por exemplo, nas primeiras oito figuras os tratados fazem parte do Imazon10 e os do controle sintético são construídos a partir dos 31 municípios que estão na lista negra, mas não no PMV. A linha pontilhada vertical é o ano do tratamento. [with pool of size = com conjunto de tamanho]

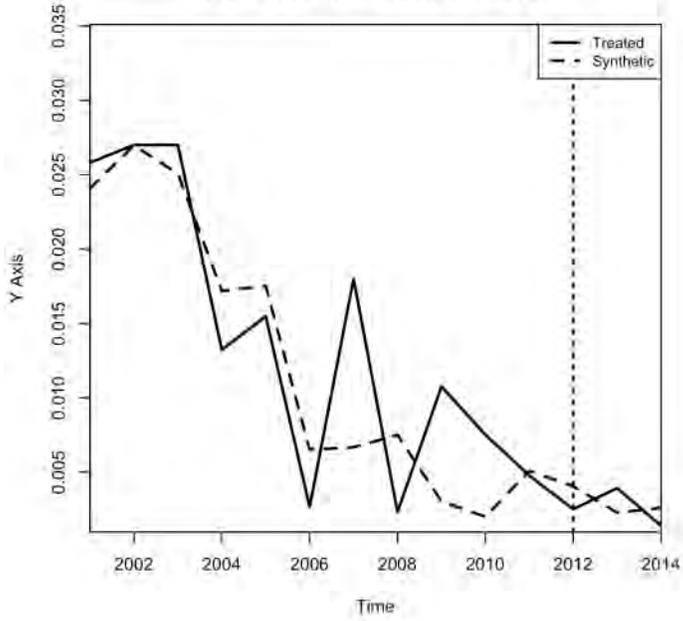




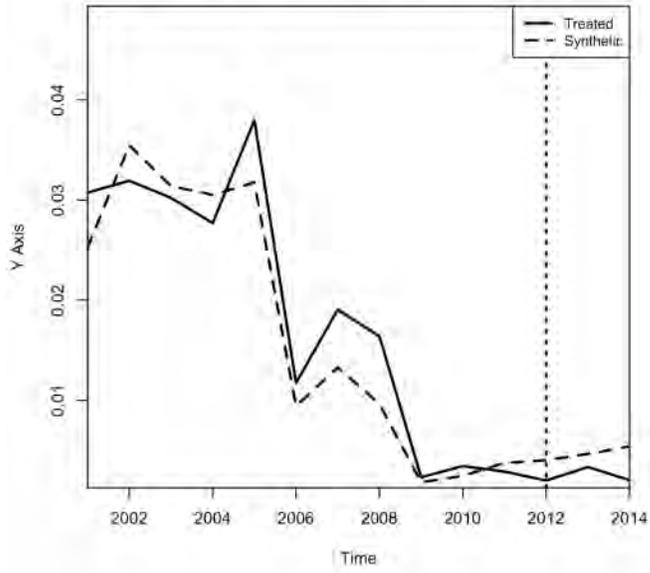
NOVO PROGRESSO with pool of size: 31



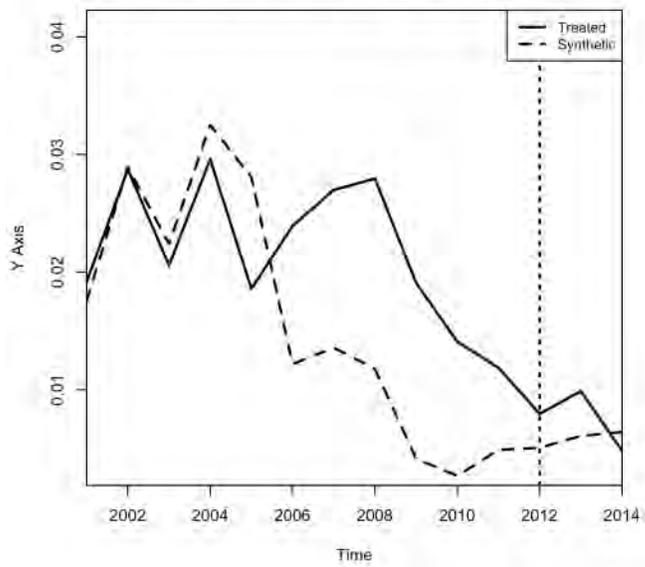
BRASIL NOVO with pool of size: 31

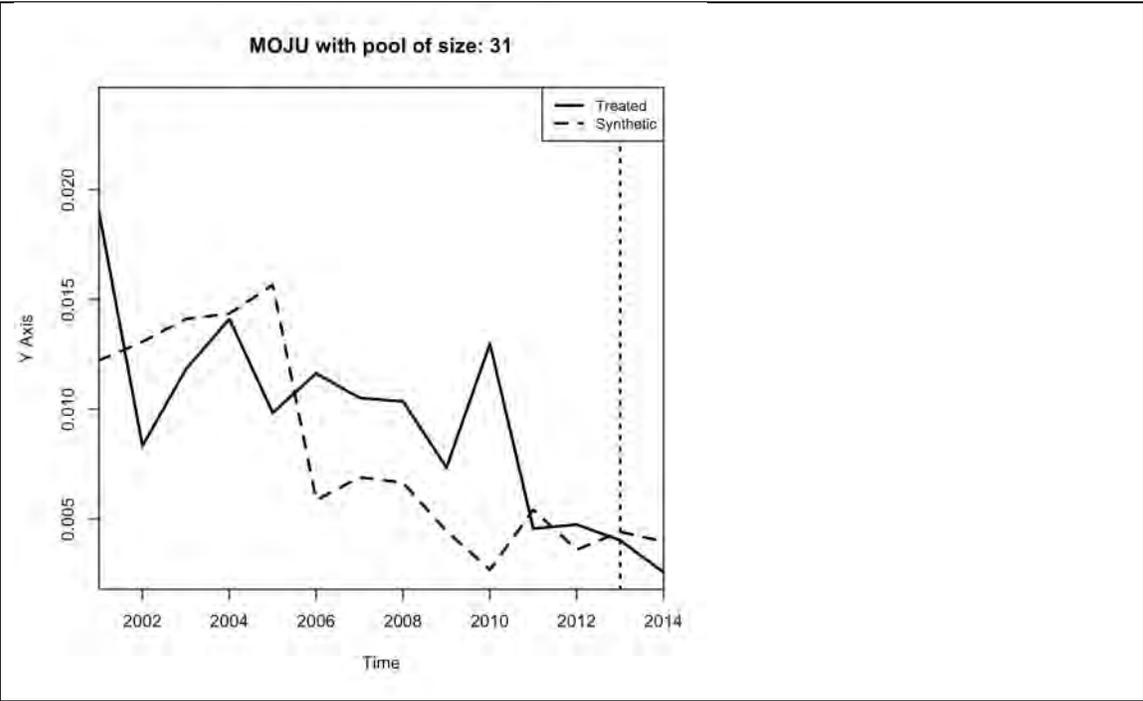


SANTANA DO ARAGUAIA with pool of size: 31

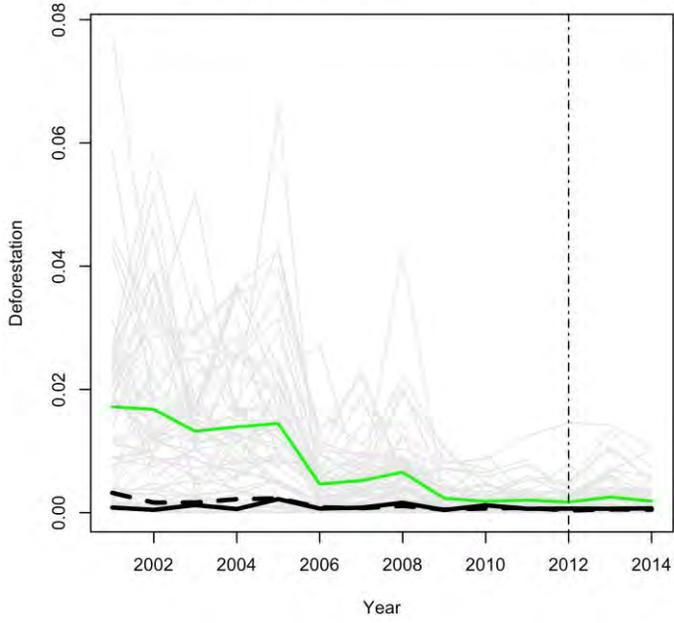


NOVO REPARTIMENTO with pool of size: 31

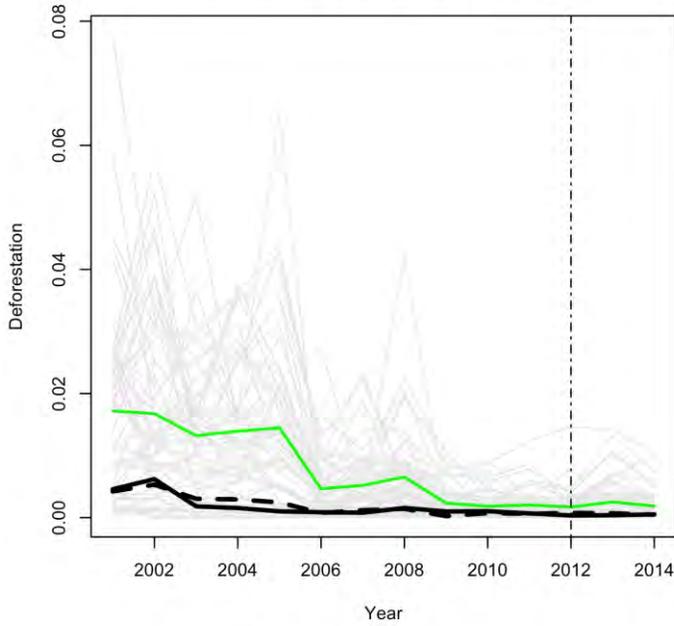




MONTE ALEGRE with pool of size: 60



SANTAREM with pool of size: 60



Geramos tabelas descrevendo os municípios no Imazon10, o controle sintético e o conjunto de doadores (incluindo todos os municípios com peso maior do que 0,0005 no controle sintético) em termos das covariáveis usadas para construir o controle sintético. Estas são arquivadas em formato CSV e ilustradas aqui com os dois municípios no Imazon10 que não estão na lista negra. As variáveis estão definidas no Anexo 1.

Estas tabelas demonstram que mesmo para os municípios que não estão na lista negra, na maioria (mas não na totalidade) das características o controle sintético é mais similar do que a média do conjunto de doadores para o município tratado. As características que não correspondem bem terão mais probabilidade de receber pesos menores, pois sua correspondência não ajudou a encontrar correspondência com as tendências históricas do desmatamento.

Em trabalhos futuros pretendemos revisar estas tabelas com o Imazon para identificar municípios que devam ser removidos do conjunto de doadores.

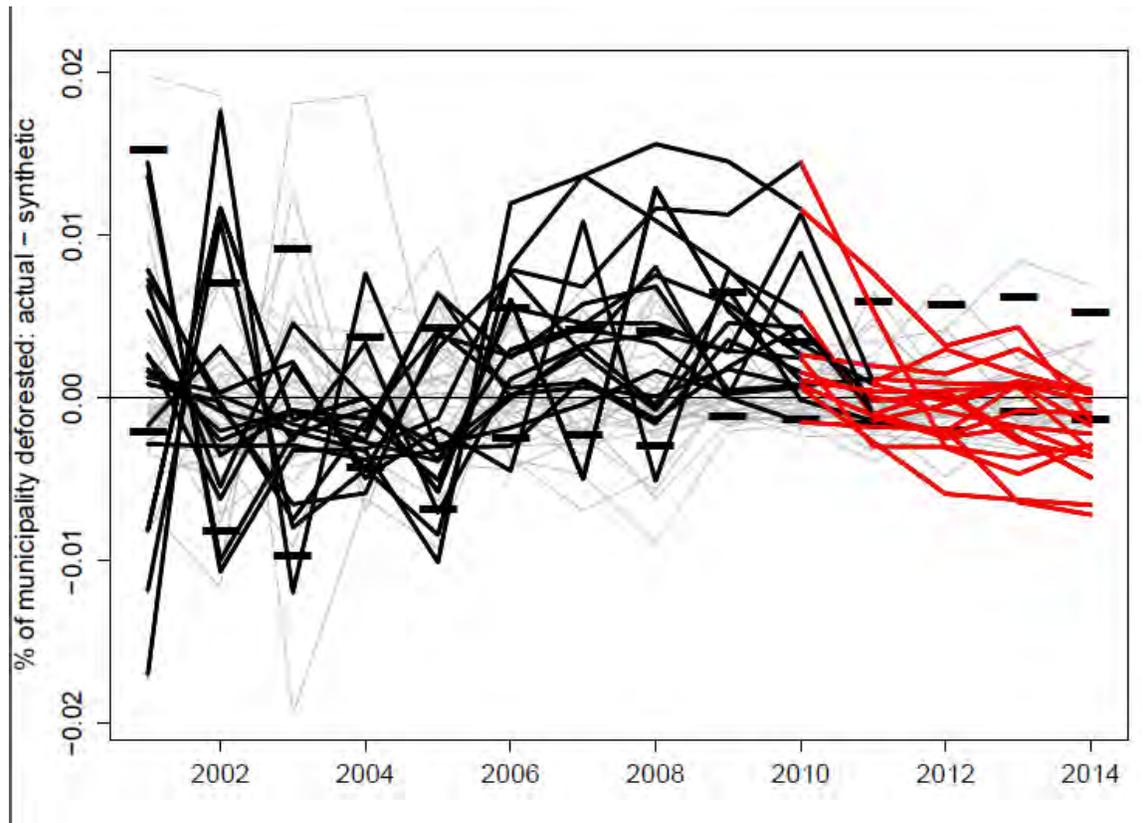
	Monte Alegre	Controle sintético	Média de conjunto de doadores	MUAN A	MANCIOLIM A	ITAPIRANG A	MACAP A	CANDEIASDOJAMAR I	JOAOLISBO A	ALTOALEGRE	BOMJESUSDASSELVAS
SC weights				0.444	0.256	0.121	0.048	0.047	0.045	0.037	0.001
meanslope	2,220	0,719	1,309	0,299	0,840	1,314	0,386	0,472	1,797	2,380	2,282
meandem	282,870	112,565	234,016	10,361	256,425	74,946	16,517	101,886	244,545	444,447	221,479
roadclass12pct	0,080	0,106	0,351	0,067	0,116	0,060	0,303	0,448	0,000	0,094	0,000
pctindigmuni	0,029	0,054	0,084	0,000	0,104	0,000	0,000	0,000	0,000	0,738	0,045
pctpamuni	0,596	0,712	0,222	1,000	0,645	0,392	0,038	0,516	0,010	0,800	0,045
incrapct	0,008	0,007	0,002	0,008	0,009	0,000	0,001	0,019	0,000	0,000	0,007
pctcarpro	0,166	0,077	0,019	0,173	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
politicalparty	0,000	0,037	0,067	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1,000	0,000
mines	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
cattle	7,356	5,679	32,334	2,638	1,607	2,270	2,374	15,858	63,253	2,417	26,870
numberofag	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000
fmd	0,000	0,200	0,574	0,000	0,583	0,000	0,000	1,083	0,000	0,000	0,000
income10	45,960	46,644	47,251	47,040	51,400	41,910	48,570	39,890	41,740	37,740	47,500
pcthomeswithland	78,170	73,753	72,478	61,730	86,500	80,930	74,320	76,710	85,180	89,960	73,980

pib_ag_pc	1414,32 5	451,932	1451,43 9	534,775	128,701	404,812	75,739	2266,740	259,083	267,796	822,930
pibpc	2408.52 4	2027.57 0	3964.19 5	1363.22 4	1843.972	2192.854	5116.898	6036.541	1227.503	2666.659	1673.973
popden	3.000	7.033	12.518	6.700	2.400	1.700	43.100	1.900	23.300	0.700	5.800
pib_pct_ag	0.585	0.241	0.328	0.393	0.069	0.168	0.015	0.310	0.190	0.103	0.479
conflict pct	0.001	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.003	0.004	0.000	0.000	0.000
educationIDH	0.784	0.757	0.774	0.734	0.708	0.867	0.904	0.789	0.737	0.831	0.658
pctembargo	0.218	0.198	0.711	0.000	0.229	0.000	0.031	2.857	0.007	0.088	0.012

	Santarem	Controle sintético	Média de Conjunto de doadores	SILVES	SERRADONA VIO	SAOJOSEDERIBA MAR	MONTENEG RO	AMAJA RI	MANCIOLI MA	PORTOGRA NDE	CASTANH AL	ALTOALEG RE
SC Weights				0.7640	0.0640	0.0510	0.0340	0.0300	0.0190	0.0140	0.0130	0.0120
meanslope	0.9816	1.1275	1.3009	1.0640	0.9080	0.3901	1.8858	3.5022	0.8404	1.2143	0.4492	2.3801
meandem	66.8304	91.9977	229.0289	64.1720	175.7670	10.1102	200.9870	404.7740	256.4250	108.7510	38.5267	444.4470
roadclass12pct	0.1842	0.1908	0.3454	0.2121	0.0104	0.0000	0.2272	0.1025	0.1164	0.2469	0.8062	0.0936
pctindigmuni	0.0000	0.0307	0.0818	0.0000	0.0000	0.0000	0.0554	0.5999	0.1040	0.0000	0.0000	0.7382
pctpamuni	0.2581	0.1567	0.2214	0.0000	0.9570	0.9175	0.0554	0.6350	0.6446	0.4225	0.0000	0.7995
incrapct	0.0200	0.0002	0.0019	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0094	0.0000	0.0017	0.0000
pctcarpro	0.3215	0.0039	0.0237	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.3027	0.0000
politicalparty	0.0000	0.8400	0.0781	1.0000	0.0000	0.0000	1.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1.0000
mines	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000	0.0005	0.0000	0.0000	0.0007	0.0000	0.0000
cattle	6.2525	7.6213	31.5144	5.9455	0.0810	1.0892	73.8694	2.0581	1.6066	0.3296	29.2912	2.4172
numberofag	0.0000	0.0002	0.0003	0.0000	0.0000	0.0027	0.0004	0.0000	0.0000	0.0000	0.0010	0.0000
fmd	0.0000	0.0479	0.5559	0.0000	0.0000	0.0000	1.0833	0.0000	0.5833	0.0000	0.0000	0.0000
income10	50.3100	44.2240	47.2518	42.2900	54.9600	50.0200	44.3500	54.0800	51.4000	47.9600	47.2900	37.7400
pcthomeswithland	80.8300	77.0522	72.6865	76.8300	65.7600	86.0300	77.0700	75.9800	86.5000	76.9000	81.4200	89.9600

pib_ag_pc	518.68	769.58	1425.40	878.61	505.57	45.79	878.16	426.54	128.70	935.85	170.45	267.80
pibpc	2367.06	2843.10	3920.35	2647.22	6535.32	888.38	3227.72	2777.36	1843.97	4532.40	2577.28	2666.66
popden	10.8000	16.2765	12.5512	2.1000	0.4000	246.1000	8.9000	0.2000	2.4000	2.5000	130.6000	0.7000
pib_pct_ag	0.2024	0.2736	0.3247	0.3221	0.0770	0.0522	0.2606	0.1569	0.0686	0.2098	0.0658	0.1026
conflictct	0.0000	0.0001	0.0005	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0040	0.0000	0.0000
educationIDH	0.8840	0.8474	0.7767	0.8560	0.8970	0.8510	0.7450	0.7070	0.7080	0.8230	0.8540	0.8310
pctembargo	0.4039	0.0140	0.6947	0.0024	0.0355	0.0024	0.0147	0.0564	0.2290	0.1547	0.0000	0.0877

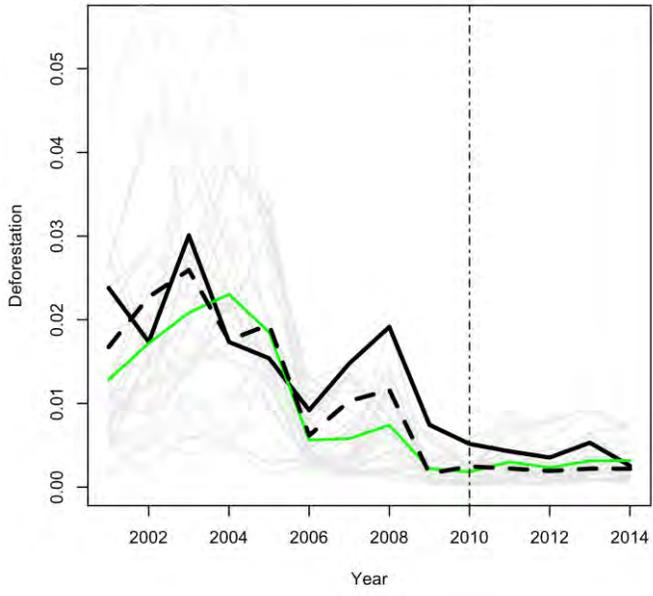
Parcela placebo para PMV (efeito nos municípios na lista negra, vermelho indica ano de ingresso no PMV)



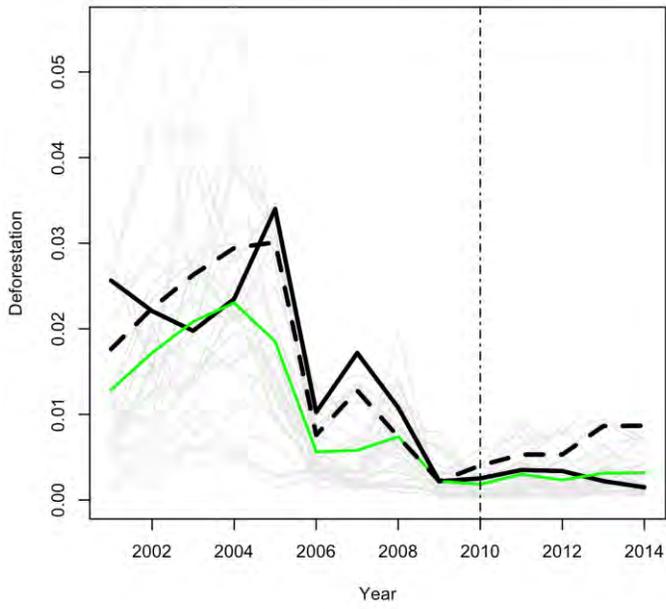
Plotagens dos resultados SCM para avaliação do PMV

Apenas os municípios referenciados no texto estão incluídos aqui. A linha preta sólida mostra o desmatamento na unidade tratada; a linha preta pontilhada mostra desmatamento no controle sintético; as linhas cinza claras mostram o desmatamento nos municípios no conjunto de doadores; a linha verde significa desmatamento no conjunto de doadores; a linha pontilhada vertical mostra o ano do tratamento.

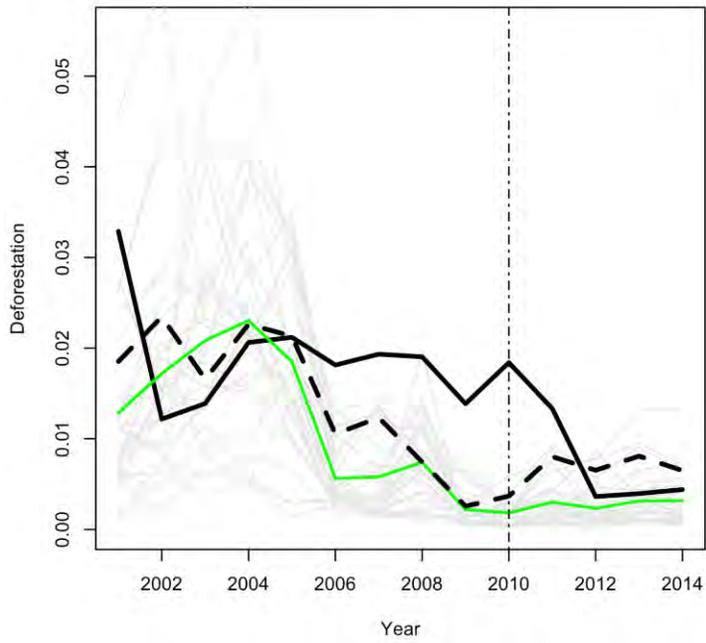
MARABA with pool of size: 31



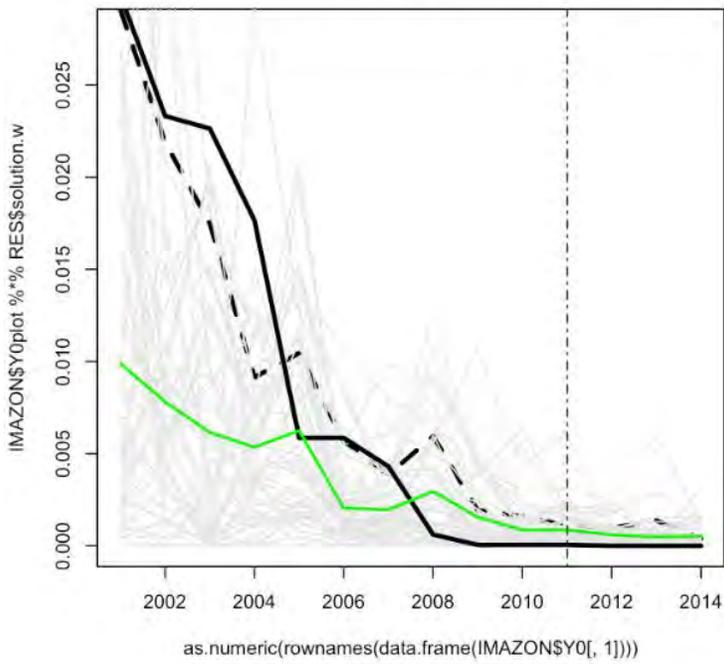
CUMARU DO NORTE with pool of size: 31



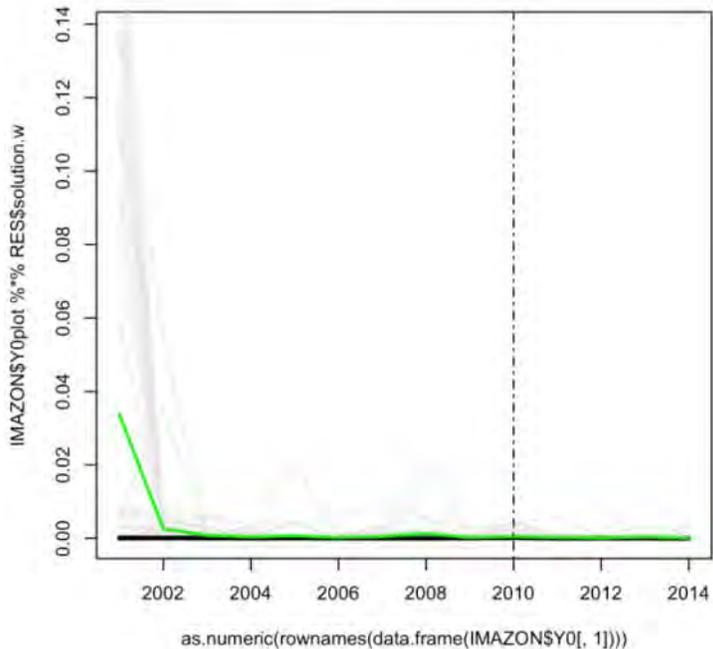
PACAJA with pool of size: 31



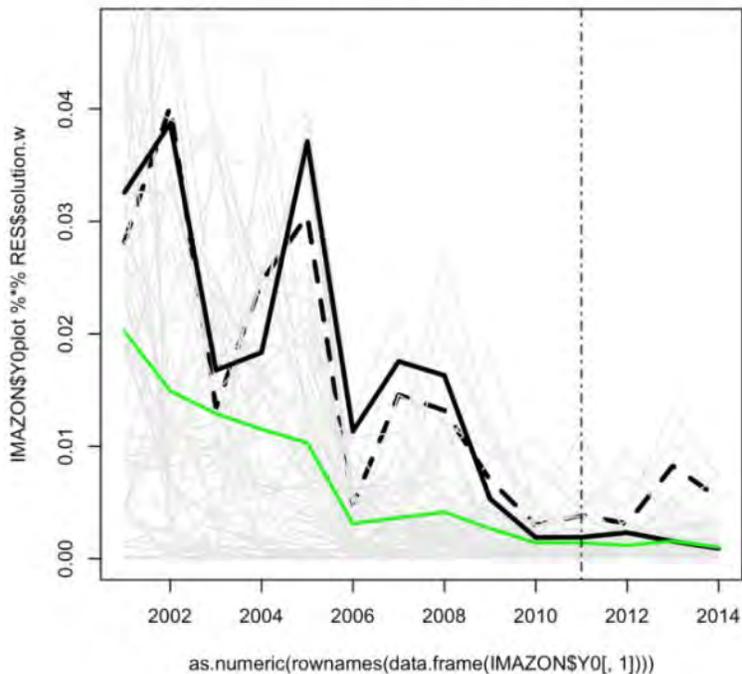
MAE DO RIO with pool of size: 60



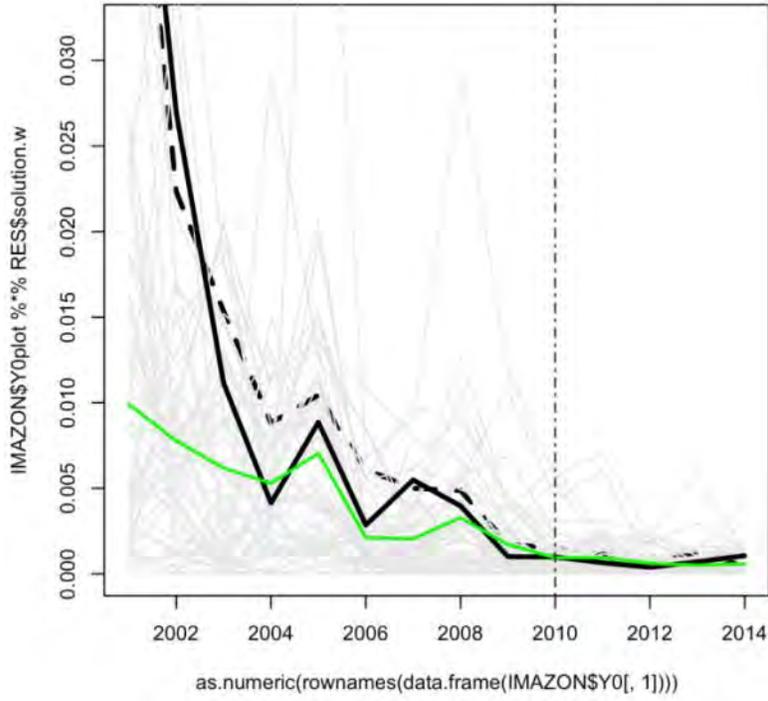
CHAVES with pool of size: 60



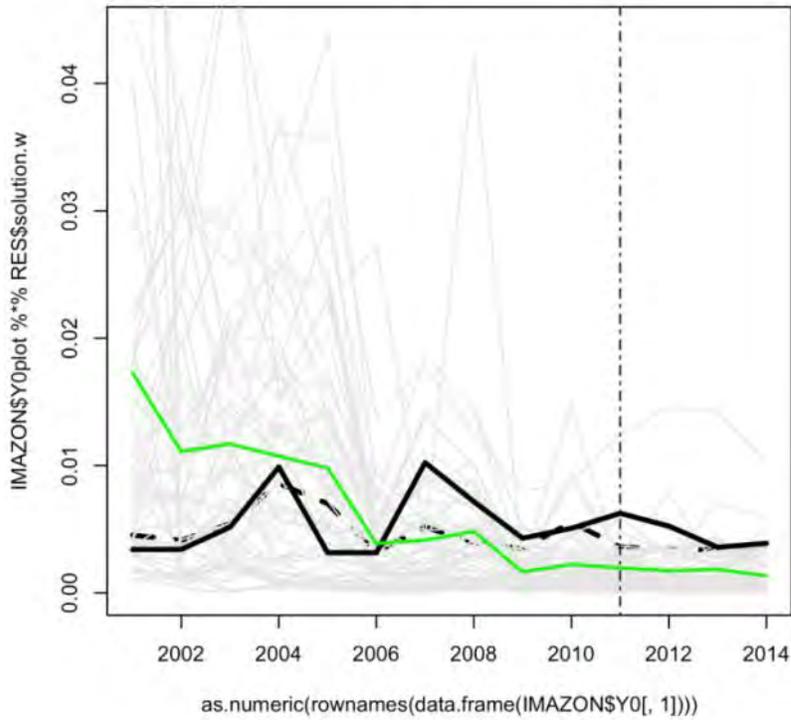
BANNACH with pool of size: 60



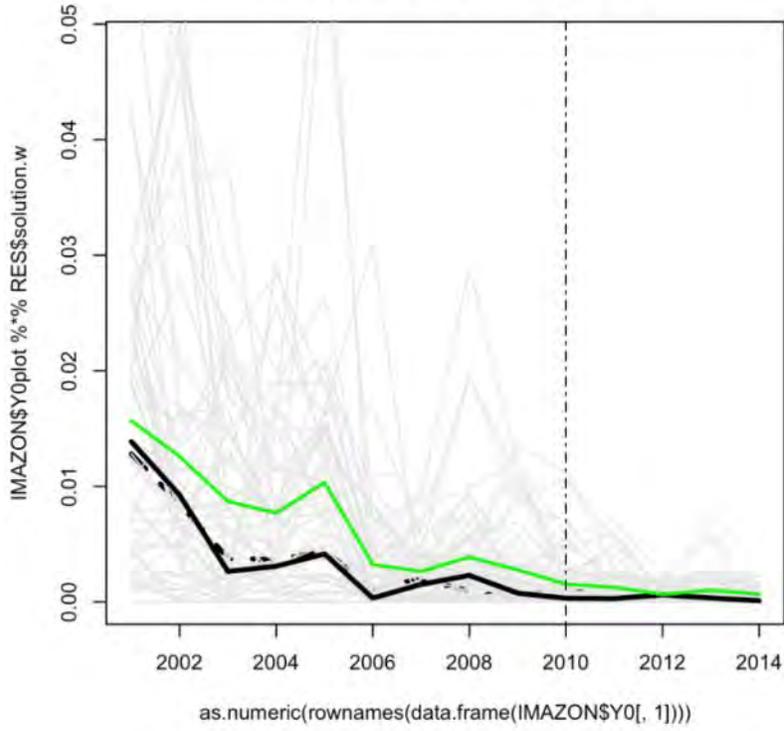
TUCUMA with pool of size: 60



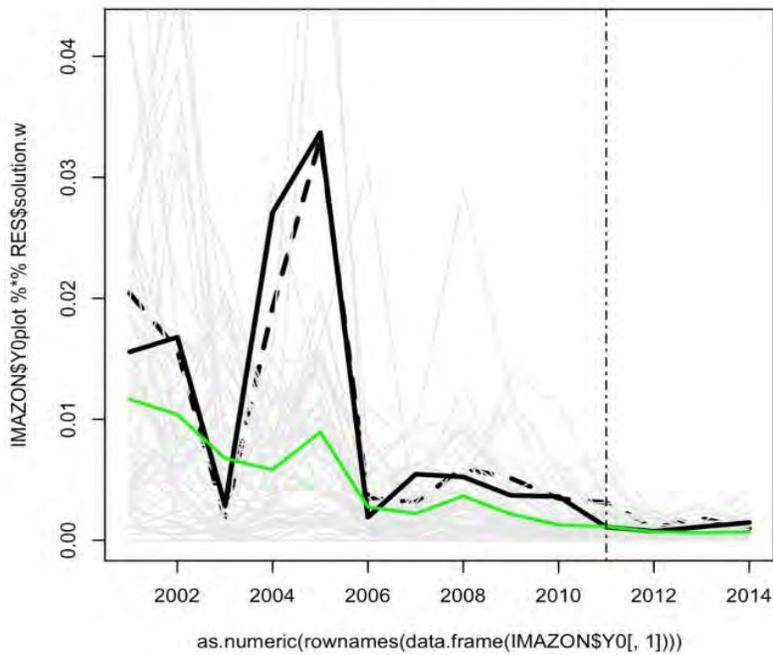
RUROPOLIS with pool of size: 60



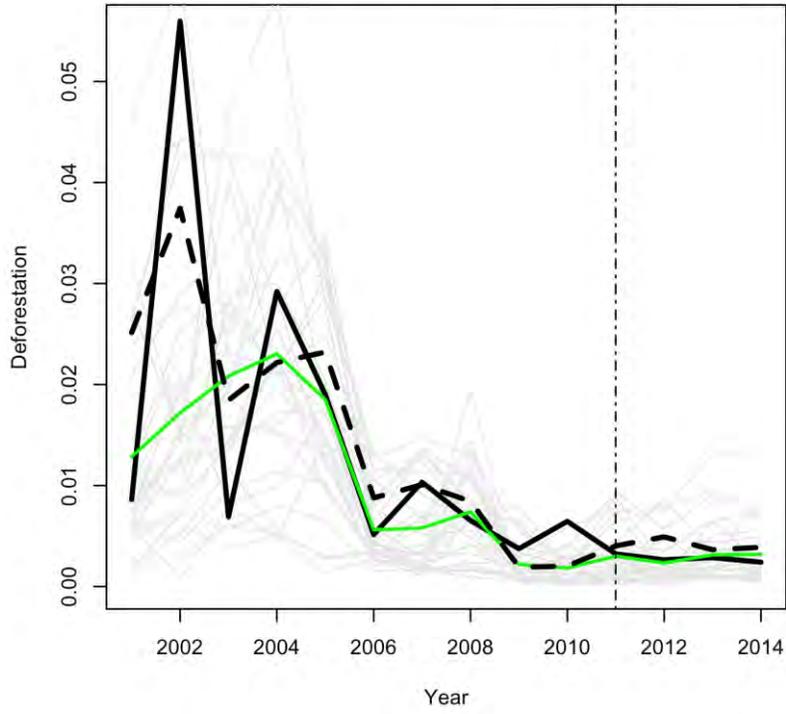
REDENCAO with pool of size: 60



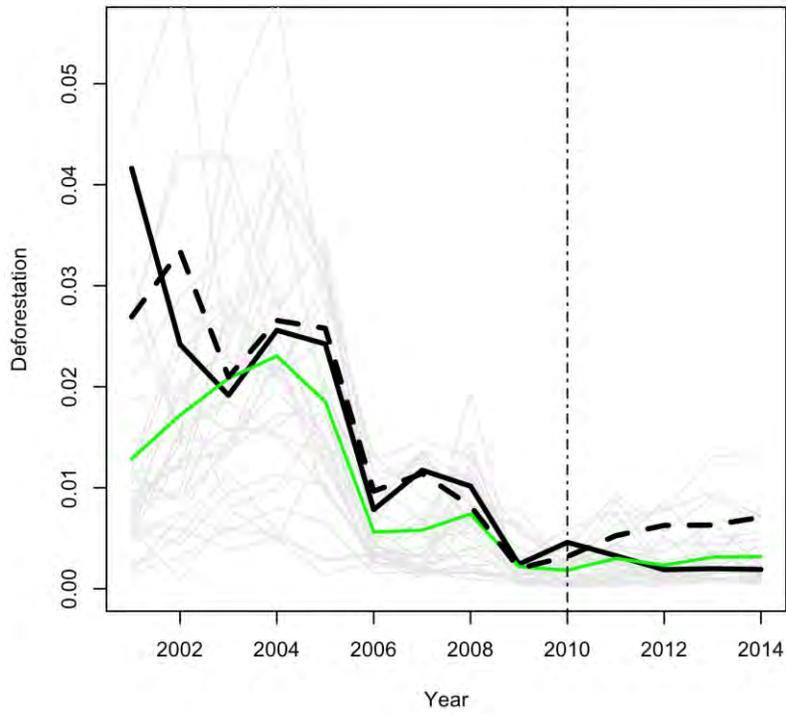
PICARRA with pool of size: 60



RONDON DO PARA with pool of size: 31



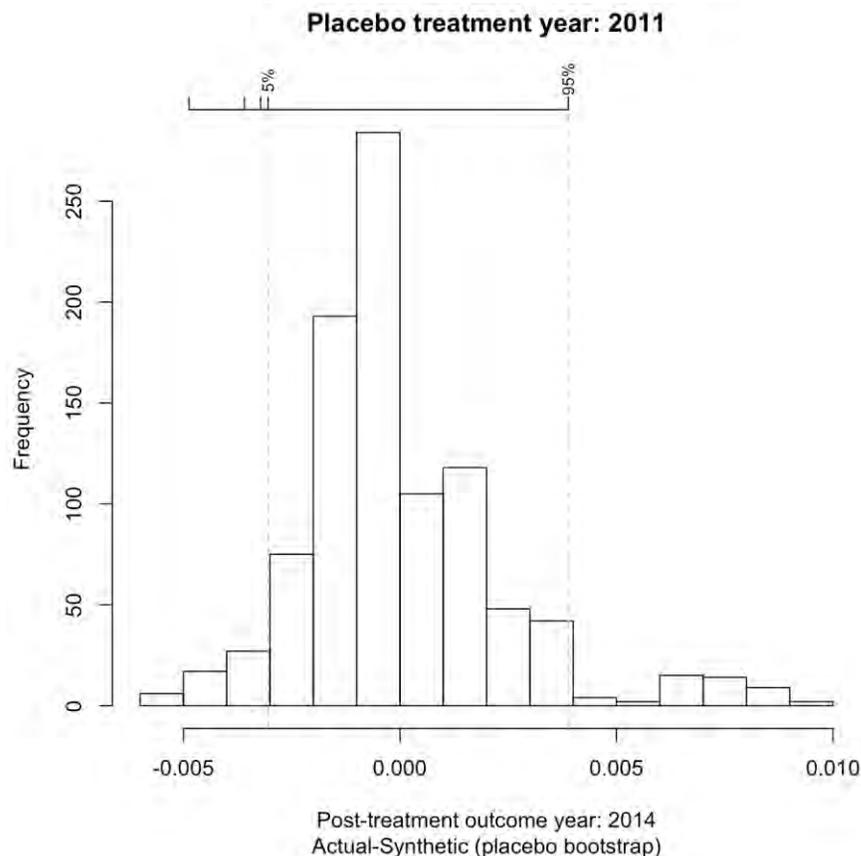
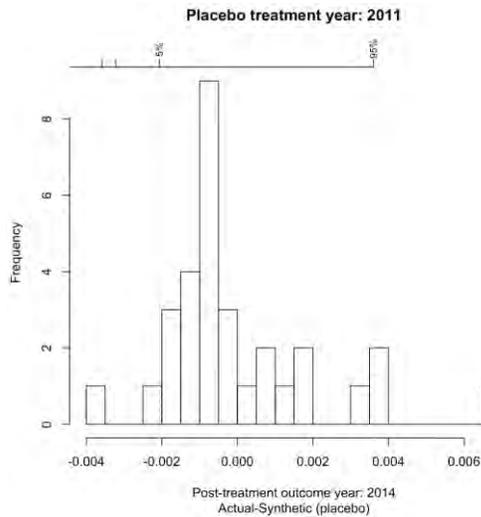
SANTA MARIA DAS BARREIRAS with pool of size: 31



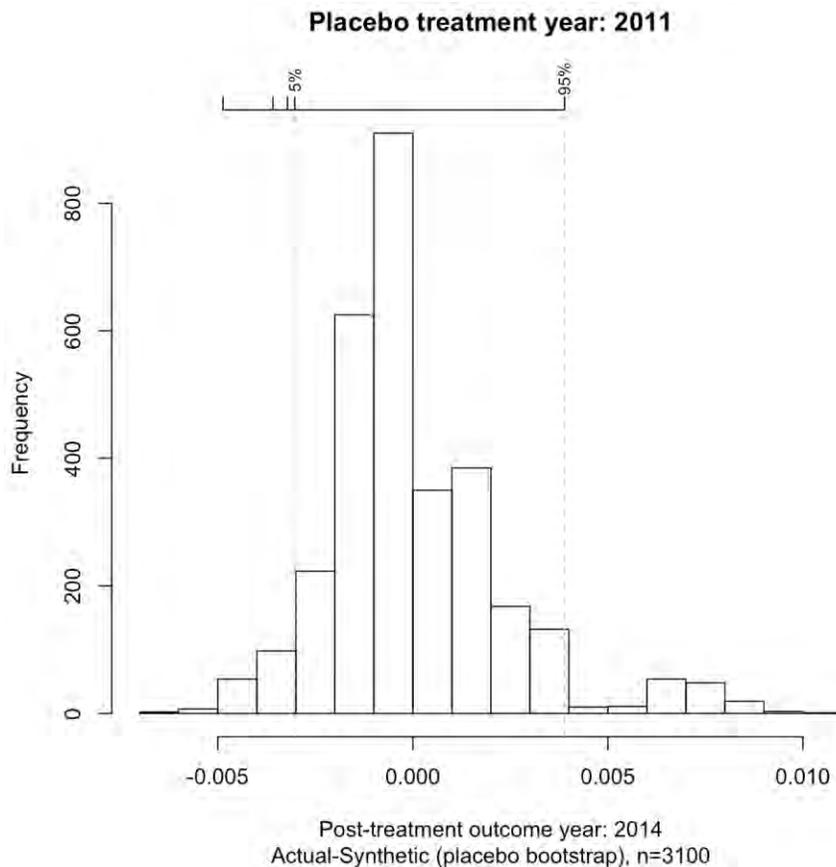
Anexo 3 Metodologia da SCM

A) 'Bootcebos'

Os seguintes histogramas mostram os efeitos placebo sobre o desmatamento em 2014 de um tratamento de 2011, primeiro apenas com os 31 efeitos placebo estimados para os municípios na lista negra que não estão no PMV, e depois com cada um daqueles efeitos re-estimados 30 vezes *bootstrapping* o conjunto de doadores, e então com cada um daqueles efeitos re-estimados 100 vezes *bootstrapping* o conjunto de doadores.



Cada placebo *bootstrapped* 31 vezes para N = 961



B) Produção do pacote Synth para SCM

As tabelas abaixo oferecem exemplos dos vetores de pesos sobre os municípios que compreendem cada controle sintético e sobre as covariáveis usadas para construir cada controle sintético, ilustrando o tipo de produto intermediário fornecido pelo pacote SCM. Os exemplos apresentados aqui são para Santana do Araguaia comparado com outros municípios na lista negra que não estão no PMV. Arquivamos estes vetores para todos os controles sintéticos, como insumo para facilitar a discussão sobre o método e o entendimento dos controles sintéticos. Por exemplo, neste caso, vemos que os maiores pesos são colocados em fatores econômicos (PIB agrícola total e municipal) e nos municípios em MT e RO. Considerando o conhecimento local de Santana do Araguaia, poderíamos avaliar se estes pesos são razoáveis.

Município	Estado	Peso
VILA RICA	MT	0.439
NOVA MAMORÉ	RO	0.226
CONFRESA	MT	0.145
PARANAITA	MT	0.13
NOVA BANDEIRANTES	MT	0.061
MACHADINHO D'OESTE	RO	0
PIMENTA BUENO	RO	0

PORTO VELHO	RO	0
BOCA DO ACRE	AM	0
LABREA	AM	0
MUCAJAI	RR	0
AMARANTE	DO	
MARANHÃO	MA	0
ALTA FLORESTA	MT	0
ALTO BOA VISTA	MT	0
ARIPUANA	MT	0
BRASNORTE	MT	0
CLÁUDIA	MT	0
COTRIGUAÇU	MT	0
FELIZ NATAL	MT	0
GAÚCHA DO NORTE	MT	0
JUARA	MT	0
JUINA	MT	0
MARCELÂNDIA	MT	0
NOVA UBIRATÃ	MT	0
PEIXOTO DE AZEVEDO	MT	0
PORTO DOS GAÚCHOS	MT	0
QUERENCIA	MT	0
SANTA CARMEM	MT	0
SÃO FELIX DO ARAGUAIA	MT	0
TAPURAH	MT	0
NOVA MARINGÁ	MT	0

Covariável	Peso
pib_ag_pc	0.3456
pibpc	0.3327
avg % depara 2001 - 2003	0.0933
educationIDH	0.0376
avg % depara 2004 - 2007	0.0335
pib_pct_ag	0.0253
mines	0.0202
popden	0.018
roadclass12pct	0.0169
income10	0.0126
fmd	0.0109
petindigmuni	0.0106
meanslope	0.0102
numberofag	0.0086
meandem	0.0076
pcthomeswithland	0.0059
pctcarpro	0.0055
cattle	0.0041

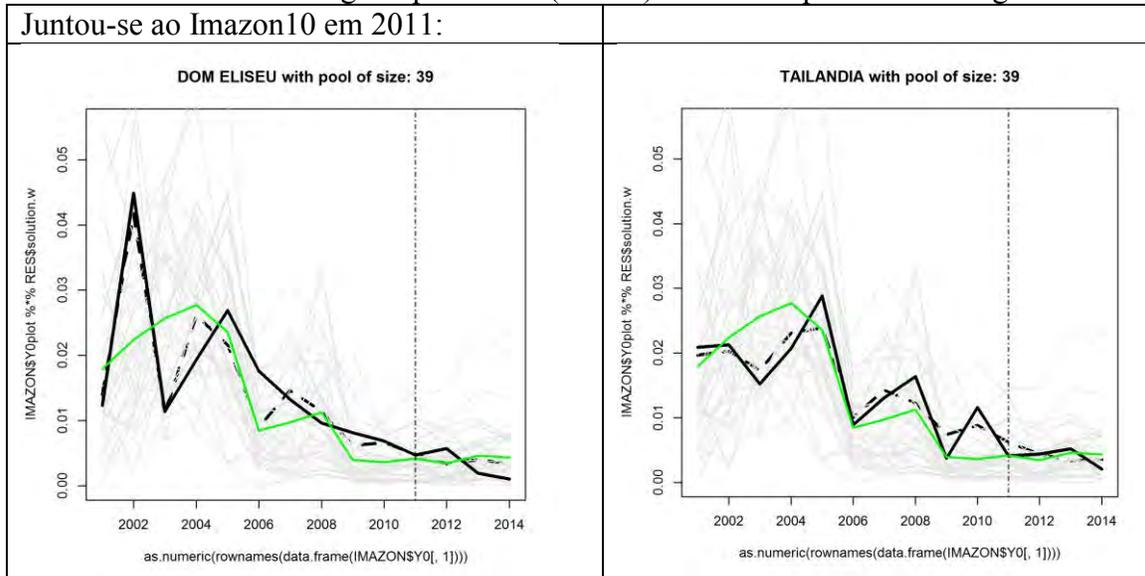
pctpamuni	0.0005
incrapct	0.0002
politicalparty	0.0001
conflict	0.0001
pctembargo	0

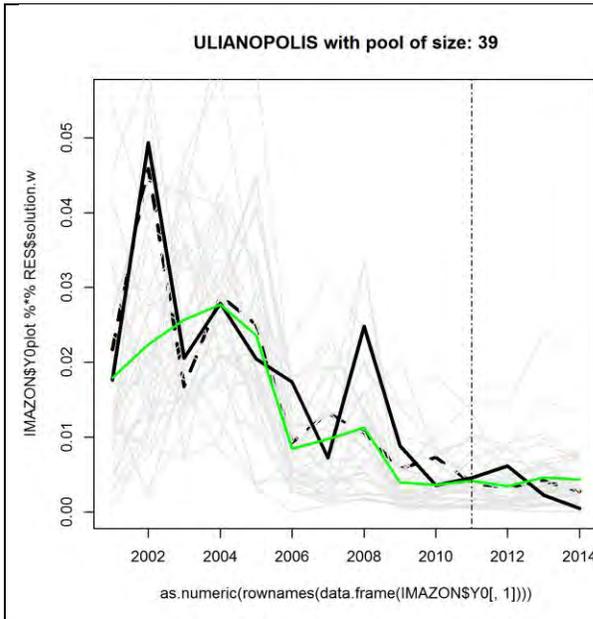
Anexo 4 Impactos por Zona de Posse (local, elegível para CAR, outros)

Parcelas SCM por Zona de Posse para o Imazon10

Município	Ano de Ingresso
Na lista Negra	
Brasil Novo	2012
Dom Eliseu	2011
Moju	2013
Novo Progresso	2012
Novo Repartimento	2012
Santana do Araguaia	2012
Tailândia	2011
Ulianópolis	2011
Fora da lista negra	
Monte Alegre	2012
Santarém	2012

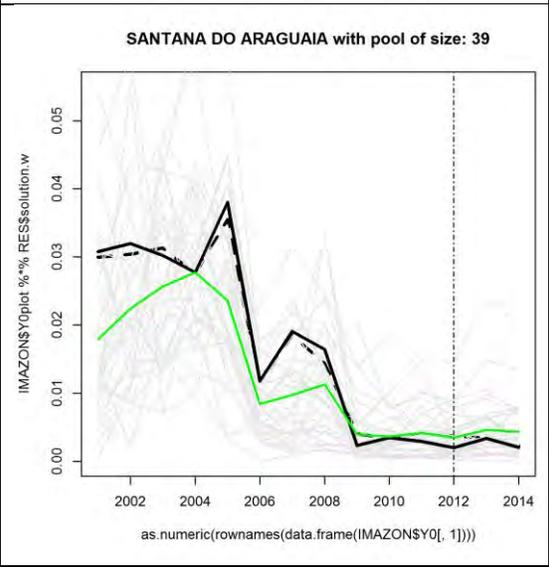
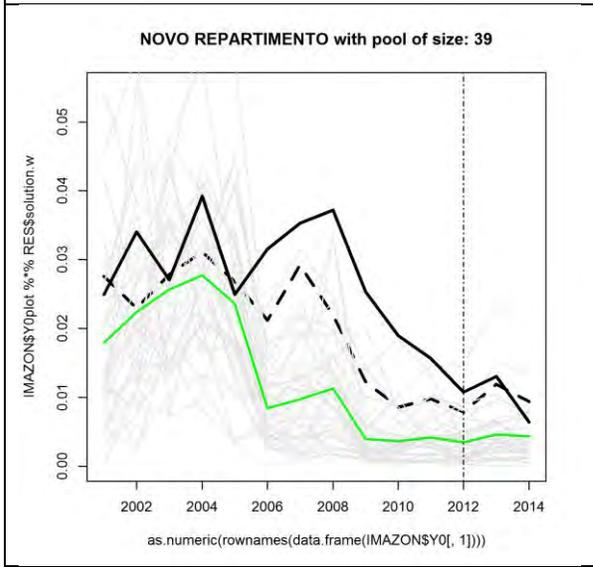
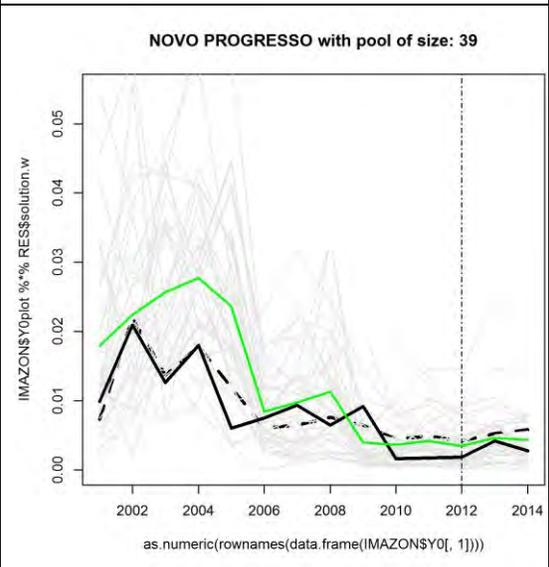
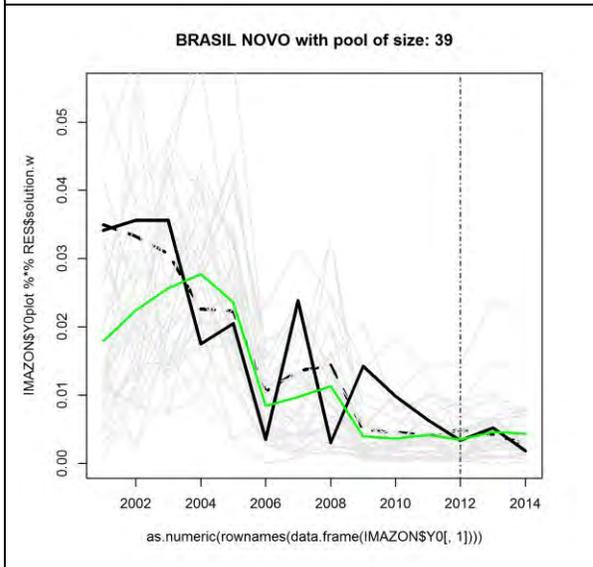
Desmatamento na área elegível para CAR (CAR I) dos municípios na lista negra



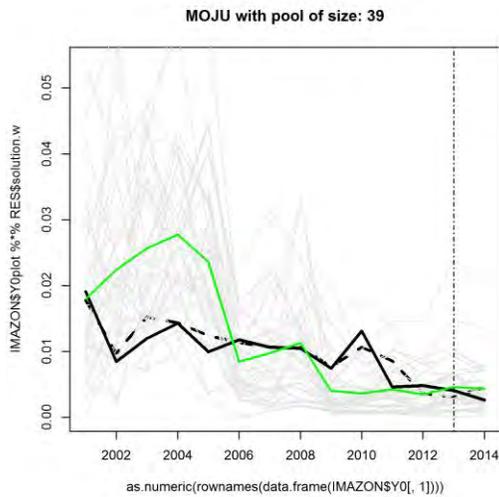


Para tratamento em 2011, o nível empírico de confiança de 90% é de -0,00488 a 0,002786 para 2013 e de -0,0032 a 0,003529 para 2014. Nenhum dos efeitos estimados é mais negativo do que o 5º percentil dos testes placebo e assim nenhum pode ser considerado significativamente diferente de zero.

Juntou-se ao Imazon10 em 2012



Juntou-se ao Imazon10 em 2013:



Para o tratamento em 2013, o nível empírico de confiança de 90% em 2013 é de -0,00327 a 0,00289 e em 2014 é de -0,0029 a 0,00315. As estimativas de impacto para Moju caem dentro daquele intervalo e assim não são significativamente diferentes de zero.