

OS IMPACTOS DO PROGRAMA MUNICÍPIOS VERDES NO DESMATAMENTO DA AMAZÔNIA: UMA ANÁLISE USANDO *PROPENSITY SCORE MATCHING*

Peterson Felipe Arias Santos; Alexandre Nunes de Almeida; Luciana Pacheco Trindade Lacerda; Samara Martins Silva; Ricardo Alves de Brito.

Universidade de São Paulo – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba – SP – Brasil.

E-mail: peterson.arias@usp.br; alex.almeida859@gmail.com; lucianaptlacerda@gmail.com; lucianaptlacerda@gmail.com; samara.martins@usp.br; ricardo.alves.brito@gmail.com;

Grupo de Pesquisa: Agropecuária, Meio-Ambiente e Desenvolvimento Sustentável.

Resumo

O presente trabalho tem como objetivo quantificar e analisar os impactos na redução do desmatamento para os municípios da Amazônia Legal que participaram do programa do estado do Pará “Municípios Verdes” (PMV) entre 2010 e 2013 e compará-los com aqueles que não participaram. Para auferir os resultados do programa no aumento ou diminuição do desmatamento aplicou-se o estimador diferença nas diferenças à metodologia de avaliação de tratamento médio sobre os tratados com a técnica de emparelhamento por escore de propensão (*Propensity Score Matching* - PSM). O PSM é uma ferramenta estatística a qual objetiva encontrar características semelhantes entre os municípios de forma a criar um grupo de controle e outro de tratamento, possibilitando a comparação por reduzir possíveis vieses de seleção amostral durante a avaliação de impacto. Os resultados mostraram que participantes do programa não tem sido capazes de manter baixos níveis de desmatamento em relação aos não participantes. Observou-se também que o aumento da densidade populacional, da produção de madeira, do número de estabelecimentos rurais cujos produtores são proprietários e municípios onde PT e PMDB governam aumentam a probabilidade do município participar do programa, enquanto, o aumento da área plantada de soja, número de assentamentos e ocupantes rurais diminuem a probabilidade de participar do programa. **Palavras-chave:** Desmatamento, Municípios Verdes, Escore de Propensão

Abstract

This study aims to analyze the impacts of the Pará State's "Green Municipalities Program" (Programa Municípios Verdes - PMV) on the participant municipalities between 2010 and 2013 and compare them to non-participants. We apply the difference in differences (DID) estimator to the Average Treatment Effect on Treated (ATET) methodology using propensity score matching (PSM) techniques. PSM, which recently became a powerful statistical tool, allows us to find similar characteristics between municipalities, participants of the program and non-participants. The goal of the methodology is to create a counterfactual situation to assess the impact of the program by reducing the selection bias. The results showed that participants has

*not been effective in reducing deforestation comparing to non participants. It was also observed that the increase in population density, in timber production, and the fact that PT (Workers' Party) or PMDB (Brazilian Democratic Movement Party) runs the city, increase the likelihood of the municipality be a participant of the program, while the increase in soybean cultivated area, the number of rural settlements or occupants decrease the likelihood of participating in the program. **Key words:** Deforestation, Green Municipalities, Propensity Score*

1. Introdução

O presente trabalho tem por objetivo quantificar e analisar a evolução do desmatamento, entre 2010 e 2013, nos municípios brasileiros que compõe a Amazônia Legal e que participaram do programa estadual paraense para redução do desmatamento Programa Municípios Verdes (PMV) e compará-los a seus pares que não participaram dentro da Amazônia Legal. Para mensurar esse impacto, utilizou-se a metodologia de avaliação do tratamento sobre os tratados (*Average Treatment Effect on The Treated*) em conjunto com a técnica de emparelhamento por escore de propensão (*Propensity Score Matching*), que busca parear características de municípios participantes e não participantes, de forma a criar um grupo de controle, possibilitando sua comparação com o grupo de tratamento ao eliminar possíveis vieses, adjacentes à seleção amostral, comuns em avaliações de impacto realizadas por meio de experimentos em ciências sociais conduzidos de forma não aleatória (RAVALLION, 2008).

A hipótese que norteia este trabalho é que os incentivos e vantagens oferecidas à participação no programa como, por exemplo, maior segurança jurídica, acesso ao crédito e incentivos fiscais, contribuam para que as cidades envolvidas se esforcem em manter baixos seus níveis de desmatamento. Especificamente, tais vantagens podem se dar, no caso da maior segurança jurídica, por exemplo, pelo fim de embargos econômicos, enquanto a facilitação da obtenção de crédito ocorre pela habilitação da tomada de recursos por parte de posseiros nos municípios que atendam exigências do PMV, exigindo-se apenas que estes tenham um protocolo do pedido de regularização fundiária (BRASIL, 2012). No caso dos incentivos fiscais, estes ocorrem na forma do chamado Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS) Verde, um imposto estadual paraense (PEREIRA et al., 2014). Vale salientar, contudo, que tais benefícios não impõem que os municípios sejam membros do PMV, mas sim que cumpram metas associadas a ele. Dessa forma, a participação no programa configura-se um compromisso formal com a redução do desmatamento que, por sua vez, acarretará nos benefícios supracitados.

Segundo o site oficial do PMV – <<http://municipiosverdes.com.br>> –, atualmente 105 municípios paraenses participam do programa, entretanto este trabalho considera a lista de 92 cidades que haviam assinado o Termo de Ajuste de Conduta (TAC) com o Ministério Público Federal (MPF), ou seja, que participavam do programa, e que são apresentadas no relatório oficial do programa referente ao período entre março de 2011 e dezembro de 2012.

O debate nacional e internacional sobre a economia do desmatamento se iniciou na década de 1970 e é extenso (ANGELSEN; KAIMOWITZ, 1999; MARGULIS, 2000; WEINHOLD; REIS, 2003; KAIMOWITZ et al., 2004; BRANDÃO; REZENDE; MARQUES, 2005; SOARES-FILHO; NESPTAD; CURRAN, 2005; FEARNSSIDE, 2006; PRATES; SILVA, 2007; PRATES; SILVA, 2007; MCALPINE et al., 2009). O fato é que dada a

heterogeneidade da região Amazônica não se formou um completo consenso sobre quais variáveis deveriam ser incluídas na análise do desmatamento, além disso, há indicativos que explicitar determinantes específicos de cada estado ou região se faz necessário à formulação de políticas públicas de maneira a aumentar a eficiência dos esforços despendidos. Na linha de análise de políticas públicas mais recentes que visam o controle do desmatamento, Viana (2012) avaliou o programa “Bolsa Floresta” onde famílias que vivem na floresta e são protegidas por lei recebem um valor mensal sob a condição de não desmatarem, afirmando este ter eficácia limitada, dada a pouca fiscalização. Silva e Barreto (2014), por sua vez, analisaram o projeto “Pecuária Verde” da cidade de Paragominas, Pará, que consistia na maior fiscalização das áreas de pastagem, acordos com frigoríficos para compra de carne de fazendas regularizadas e até mesmo confisco do gado de áreas desmatadas ilegalmente. O autor conclui que mesmo sendo localizado, o projeto foi relevante uma vez que o município tinha grande participação no desmatamento total da Amazônia Legal.

2. O Programas Municípios Verdes (PMV)

Conforme Whately e Campanili (2013), o PMV foi lançado oficialmente em março de 2011 por meio do Decreto Estadual nº 54/2011 do governo estadual do Pará, sob responsabilidade da Secretaria Extraordinária para Coordenação do Programa Municípios Verdes (SEPMV), diretamente vinculada à Casa Civil do estado. O programa surgiu como resposta do governo paraense às consequências a seu estado das políticas de redução do desmatamento, por parte do Governo Federal e do MPF, que culminaram na inclusão de 17 municípios na lista de maiores desmatadores do Ministério do Meio Ambiente (MMA). Assim, o programa emergiu no contexto de duas iniciativas anteriores: o Plano de Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal (PPCDAM) do Governo Federal, lançado em 2004 e o projeto do município de Paragominas, Pará, denominado “Município Verde” criado em 2008. A influência do projeto paragominense decorre de seu sucesso: em 2010 o desmatamento na cidade já havia se reduzido em 90% e a cidade foi a primeira da Amazônia a deixar a “lista negra” do desmatamento do MMA.

Ainda segundo Whately e Campanili (2013), O PMV foi desenvolvido como uma parceria entre o Governo do Pará, sociedade civil, iniciativa privada, Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) e MPF, e suas metas no momento da criação eram: a redução de 80% do desmatamento no Pará até 2020 em relação à média anual de 6.255 km² entre 1996 e 2005 e atingir desmatamento zero a partir dessa data; a retirada dos municípios participantes da lista de maiores desmatadores do MMA; o aumento do número de inscritos no Cadastro Ambiental Rural (CAR); e ter ao final de 2014 ao menos 100 municípios participantes do programa (meta já alcançada). Para obter sucesso nas metas, o PMV propôs quatro eixos de ação, sendo eles: 1) controle e monitoramento do desmatamento; 2) ordenamento ambiental, territorial e fundiário; 3) produção sustentável; e 4) gestão ambiental compartilhada.

Não existem requerimentos para ingresso no programa, bastando a assinatura de um TAC com o MPF, que abrange sete metas, de forma a habilitar o município receber os benefícios do programa. O município signatário se compromete a cumprir, sob monitoramento da coordenação do PMV (WHATELY; CAMPANILI, 2013):

- A elaboração de pacto local contra o desmatamento, que abranja sociedade e governo municipal;
- A criação de grupo de trabalho municipal visando combater o desmatamento;
- O monitoramento em campo e a notificação ao PMV dos focos de desmatamento ilegal;
- Manutenção do desmatamento anual abaixo de 40 km², baseado nos critérios do Projeto de Estimativa do Desflorestamento da Amazônia do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Prodes/INPE);
- O cadastro de 80% da área municipal no CAR, com exceção de terras indígenas e unidades de conservação;
- A não aparição na lista do MMA de maiores desmatadores da Amazônia;
- A introdução de noções de educação ambiental na rede municipal de ensino.

Por ser essencialmente voluntária, a adesão ao PMV incentiva a participação enfatizando os potenciais benefícios da participação no programa e da redução do desmatamento, que são, de acordo com Whately e Campanili (2013):

- Maior segurança jurídica, uma vez que as cidades ficariam livres de multas e embargos econômicos;
- Valorização de mercado pelo aumento da participação de produtos com garantia de origem legal, os quais possuem maior valor, além de preferência na compra por parte de grandes empresas do setor industrial e varejista;
- Atração de investimentos decorrente da maior segurança jurídica;
- Melhor acesso ao crédito e assistência técnica pelo fato de o Governo Federal priorizar municípios ambientalmente responsáveis, por exemplo, ao eliminar a exigência do Certificado de Cadastro do Imóvel Rural (CCIR), bastando apenas o protocolo do pedido de regularização do imóvel por parte do produtor nessas cidades;
- Incentivos fiscais foram planejados pelo governo paraense desde o início do programa na forma de redução de impostos para os municípios participantes, já estando em vigor o chamado ICMS Verde, onde critérios ambientais relacionados às metas do PMV são utilizados para o repasse dos recursos do estado para os municípios, embora não exija a participação no programa de fato (PEREIRA et al., 2014).

Além disso, o PMV classifica e atualiza, conforme metodologia específica de seu Comitê Gestor, os municípios participantes em cinco categorias que definem políticas específicas (WHATELY; CAMPANILI, 2013):

- “Embargados” que correspondem àqueles presentes na lista de maiores desmatadores da Amazônia divulgada pelo MMA;
- “Sob pressão”, que apresentam alto risco de desmatamento e de entrada na lista do MMA;
- “Consolidados”, que possuem médio risco de desmatamento. Apresentam menos de 60% de cobertura vegetal e taxas menores de desmatamento;
- “Base florestal”, os quais têm baixo risco de desmatamento. Possuem mais de 60% de cobertura vegetal e baixas taxas de desmatamento;
- “Monitorados e sob controle”, correspondendo aos municípios que atendem a todas as metas estabelecidas pelo Comitê Gestor do PMV, independente da proporção de cobertura vegetal.

Atualmente, os municípios classificados como “monitorados e sob controle” recebem a designação de “Municípios Verdes”, conforme a base de dados do programa. Entretanto, planeja-se estabelecer critérios mais rigorosos para que esta classificação – de Município Verde – possua requisitos adicionais, como tempo de permanência na categoria “monitorados e sob controle” e aspectos relacionados à regularização do CAR (WHATELY; CAMPANILI, 2013).

Como o objetivo deste trabalho é avaliar a evolução do desmatamento entre os participantes e não participantes do PMV, na análise de impacto, foram considerados dois cenários no que tange ao grupo de tratamento. No cenário base, o grupo de tratamento corresponde aos municípios que haviam assinado o TAC com MPF até dezembro de 2012, ou seja, corresponde a todos os participantes, perfazendo um total de 92. Como cenário alternativo, foi também analisado a evolução do desmatamento e o impacto em uma sub-amostra dos 92 municípios, correspondente a 47 classificados como “consolidados” ou “monitorados e sob controle”. A lista completa de municípios participantes do PMV em dezembro de 2012 encontra-se no quadro A1 do anexo deste trabalho.

3. Material e Métodos

3.1. Avaliação de Tratamento

Em termos gerais, a avaliação de tratamento (ATE) implica na mensuração da diferença dos resultados de interesse entre agentes que participam de um tratamento (uma intervenção a ser avaliada) e outros que não participam, denominados “contra factuais” ou grupo de controle. Aplicando o conceito ao problema deste trabalho, formalmente, para um município i em um período t , a média condicional do efeito de tratamento (ATE) é dada por:

$$ATE = E[Y_i^T | X, D_i = 1] - E[Y_i^C | X, D_i = 0] \quad (1)$$

onde Y_i é o resultado em potencial, impacto a ser medido, D_i é uma variável binária que indica se o município recebe o tratamento, ($D_i = 1$) ou se não participa do tratamento ($D_i = 0$). O vetor X representa um conjunto de covariadas comuns entre os municípios. Claramente, ambos os resultados não podem ser observados ao mesmo tempo para o mesmo município i , constituindo-se o principal problema analítico em avaliação de impacto (RAVALLION, 2008). A utilização de um resultado de um não participante qualquer como aproximação para o segundo termo em (1), $E[Y_i^C | X, D_i = 0]$, não é recomendada, uma vez que este possui características (e.g., nível de educação, população, grau de urbanização) distintas daqueles que receberam o tratamento, gerando forte viés de seleção (ANGRIST; PISCHKE, 2009). Ressalta-se que as características que geram vieses influenciam apenas elementos observáveis afetando, portanto, o impacto da intervenção (CERDÁN-INFANTES; MAFFIOLI; UBFAL, 2008). Duflo, Glennerster, e Kremer (2008) demonstram de que forma o viés de seleção pode afetar o resultado do tratamento através da adição e subtração do termo $E[Y_i^C | X, D_i = 1]$ em (1), isto é:

$$\begin{aligned} ATE &= E[Y_i^T | X, D_i = 1] - E[Y_i^C | X, D_i = 1] - E[Y_i^C | X, D_i = 0] + E[Y_i^C | X, D_i = 1] \\ &= E[Y_i^T - Y_i^C | X, D_i = 1] + E[Y_i^C | X, D_i = 1] - E[Y_i^C | X, D_i = 0] \end{aligned} \quad (2)$$

Neste caso, o primeiro termo em (2) é a média do tratamento de efeito no grupo tratado (ATET) e o segundo e terceiro termos correspondem ao viés de seleção, o qual captura potenciais diferenças entre grupo de tratamento e de controle. Dessa forma, a estimação do ATE – usando o modelo análogo em (2) – irá produzir estimativas viesadas do verdadeiro impacto da intervenção.

De acordo com Duflo, Glennerster e Kremer (2008), um experimento aleatório assume que todos os participantes são elegíveis para receber o benefício de uma intervenção. Assim, recebendo ou não o tratamento, os resultados serão potencialmente independentes da intervenção e, conseqüentemente, o viés da seleção deixa de ser um problema (ANGRIST; PISCHKE, 2009). A randomização da intervenção implica que os últimos dois termos em (2), $E[Y_i^C | D_i=1] - E[Y_i^C | D_i=0] = 0$, sendo o parâmetro de interesse ATE em (2) finalmente identificado.

Entretanto, na prática, experimentos aleatórios em intervenções socioeconômicas são de difícil aplicação por serem muito dispendiosos e de difícil controle. Assim, a maioria das avaliações de impacto recentes têm sido executadas através de desenho amostrais denominados “*quasi experimental*”, mensurando apenas os efeitos do tratamento médio sobre o grupo dos tratados (ATET) (RAVALLION, 2008). Neste caso, o impacto através do ATET é dado pelo primeiro termo na parte direita em (2) e é estimado como:

$$ATE = E[Y_i^T - Y_i^C | X, D_i = 1] = E[Y_i^T | X, D_i = 1] - E[Y_i^C | X, D_i = 1] \quad (3)$$

Deve notar-se que novamente os resultados não são observados simultaneamente e, como resultado, a situação contra factual $E[Y^C | X, D=1]$ precisa ser construída (CALIENDO; KOPEINIG, 2005). O *Propensity Score Matching* (PSM) ou Emparelhamento por Escore de Propensão é o método que não somente permite a construção de um grupo contra factual – ou de controle –, mas também auxilia na eliminação de possíveis vieses de seleção amostral nas variáveis observadas (ROSENBAUM; RUBIN, 1983; IMBENS; WOOLDRIDGE, 2008).

3.2. Emparelhamento por Escore de Propensão

O principal objetivo do método pelo PSM é gerar um “escore” igual ao da probabilidade de recebimento de tratamento, considerando ambos tratados e não tratados a partir de um determinado conjunto de covariadas pré-determinadas que possam identificar a elegibilidade (probabilidade) de participar do programa (CAMERON; TRIVEDI, 2005). Em princípio, qualquer estimação de regressão binária (*logit*, *probit* ou mínimo quadrados ordinários) poderia ser utilizada para mensurar essa probabilidade, todavia regressões logísticas têm sido mais utilizadas para esse fim (BECKER; ICHINO, 2002).

Após a estimativa do modelo de escolha binária incluindo participantes e não participantes – e assumindo que três condições, demonstradas formalmente em Rosenbaum e Rubin (1983), são satisfeitas: 1) Independência Condicional; 2) Suporte Comum; e 3) Balanceamento das covariadas são satisfeitas –, o próximo passo é construir o grupo de controle usando os escores de propensão (probabilidades esperadas) gerando assim a situação contra factual para analisar o impacto do programa. Na literatura, para gerar o grupo de controle utilizando os *propensity scores*, muitas técnicas de emparelhamento (*matching*) estão disponíveis e, dependendo da natureza dos dados, pode não existir alguma que se sobressaia

sobre a outra (CALIENDO; KOPEINIG, 2008). Dessa forma, a recomendação feita por Caliendo e Kopeinig (2008) é usar o máximo de algoritmos possíveis como checagem de robustez do valor do impacto do programa avaliado. O presente trabalho usará as mais frequentemente empregadas, listadas a seguir como: 1) vizinho mais próximo (*nearest neighbor*); 2) vizinho mais próximo com distância pré-definida através de um calibre (*Radius Matching with caliper*); 3) regressão não paramétrica (*Kernel Matching*); 4) regressão linear local (*local linear regression*); e 5) emparelhamento através das variáveis pré-determinadas (*covariate matching*). Os detalhes desses procedimentos podem ser encontrados em Cameron e Trivedi (2005) e Caliendo e Kopeinig (2008).

3.3. Fontes de dados

Os dados utilizados neste trabalho são de diversas fontes. Além da lista de municípios signatários do TAC com o MPF (participantes do programa), retirada de Whately e Campanili (2013), do IBGE foram obtidos os dados referentes à população, número de cabeças de gado em 2012 (Produção Pecuária Municipal), área plantada de soja em 2012 (Produção Agrícola Municipal), volume de madeira em tora produzida em 2012 (Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura), e estabelecimentos por condição do produtor perante à propriedade da terra do Censo Agropecuário de 2006. A área desmatada de cada um deles foi obtida a partir do Prodes/INPE. O Prodes/INPE também disponibiliza a área total em Km² por municípios.

Tabela 1. Definição da Variáveis

Variável	Unidade	Definição
Desmat_2013	km ²	Variação do desmatamento entre 2012 e 2013
Desmat_2012	km ²	Variação do desmatamento entre 2011 e 2012
Desmat_2011	km ²	Variação do desmatamento entre 2010 e 2011
Consoli_2012	Binária	1 se o município faz parte do PMV dentro da categoria “consolidados” ou “monitorados e sob controle” em 2012
PMV_2012	Binária	1 se o município assinou o TAC com o MPF, ou seja, faz parte PMV
Densipop	Quantidade	População (rural e urbana) dividida pela área total em km ²
Boi	Quantidade	Cabeças de gado
Soja	ha	Quantidade de soja plantada
Propriet	Número	Quantidade de estabelecimentos cujo produtor estava na condição de proprietário
Assenta	Número	Quantidade de estabelecimentos cujo produtor estava na condição de assentado sem titulação definitiva
Parceiro	Número	Quantidade de estabelecimentos cujo produtor estava na condição de parceiro
Ocupante	Número	Quantidade de estabelecimentos cujo produtor estava na condição de ocupante
PT_2008	Binária	1 se município é governado pelo PT
PSDB_2008	Binária	1 se município é governado pelo PSDB
DEM_2008	Binária	1 se município é governado pelo Democratas
PMDB_2008	Binária	1 se município é governado pelo PMDB
PP_2008	Binária	1 se município é governado pelo PP
PSB_2008	Binária	1 se município é governado pelo PSB
POUTROS	Binária	1 se município é governado por outros partidos
MADEI_2012	m ³	Volume em m ³ de toras de madeira produzidas

O partido governante corresponde ao resultado das Eleições Municipais de 2008 disponibilizados pelo Tribunal Superior Eleitoral. Todas as variáveis utilizadas na análise estão definidas na Tabela 1. Com relação aos dados da área dos municípios, o mesmo foi utilizado para cálculo da densidade populacional e por esse motivo não foi incluído na tabela de descrição das variáveis.

4. Resultados e discussão

Previamente ao objetivo principal do trabalho de avaliar o PMV, é interessante observar a evolução do desmatamento na Amazônia Legal, entre 2001 e 2013, para os municípios que participaram do programa com aqueles que não participaram.

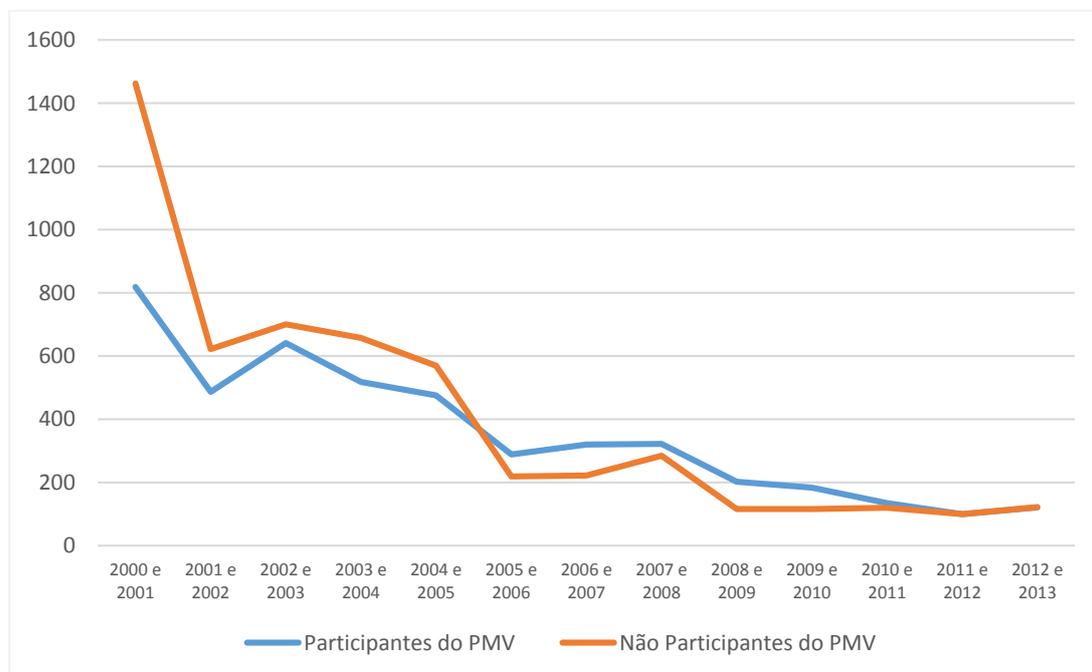


Figura 1. Evolução do desmatamento entre os municípios participantes do PMV e aqueles não participantes.
Fonte: Elaborado pelos autores a partir dos dados do Prodes/INPE.

A figura 1 sobrepõe, em índice, o comportamento do crescimento da área desmatada nos 92 municípios que faziam parte do PMV no ano base de 2012, e todos aqueles que não participavam do programa. Ao longo do período recente, ocorreu uma desaceleração bastante expressiva do processo de desmate. É possível também observar que o comportamento das séries é semelhante, entretanto o crescimento do desmatamento entre os participantes do PMV se manteve abaixo do restante da Amazônia Legal até 2005, quando ocorreu uma inversão. As duas séries voltaram a convergir a partir de 2011, terminando 2013 em nível muito próximo.

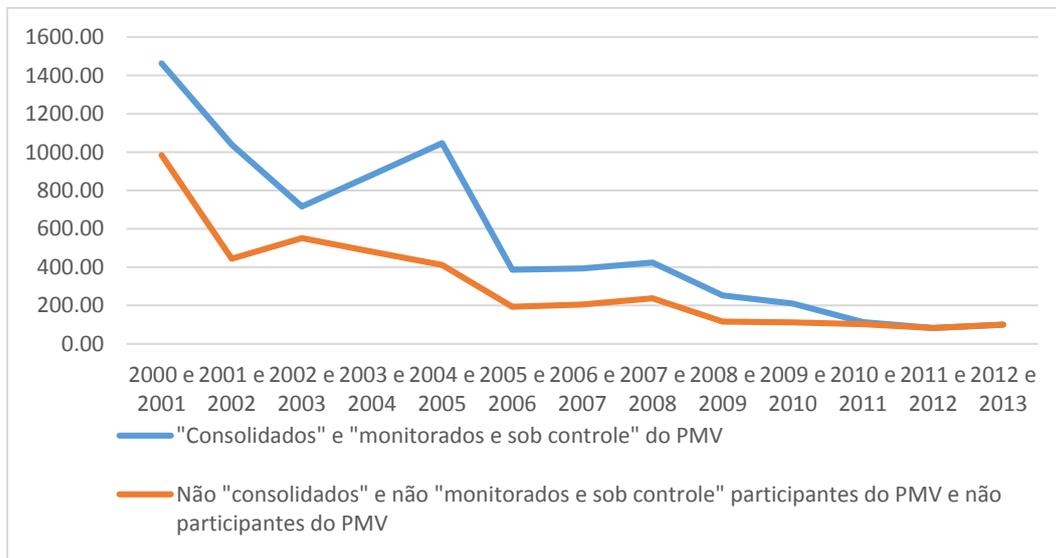


Figura 2. Evolução do desmatamento (%) entre os municípios participantes do PMV (somente municípios consolidados e monitorados e sob controle) e aqueles não “consolidados” e não “monitorados e sob controle” do PMV e não participantes do PMV.

Fonte: Elaborado pelos autores a partir dos dados do Prodes/INPE.

A figura 2, por sua vez, ilustra a evolução do desmatamento no conjunto de municípios considerados “consolidados” ou “monitorados e sob controle” dentro do PMV, em um total de 47, simultaneamente com seu conjunto complementar de 735 municípios no universo de municípios da Amazônia. Entretanto, é importante observar que entre os municípios que não são classificados como “consolidados” ou “monitorados e sob controle” há tanto participantes, quanto não participantes do PMV. Neste caso, é possível perceber características distintas da figura 1, iniciando pela desaceleração do desmatamento que é mais forte nos municípios classificados como “consolidados” ou “monitorados e sob controle” em relação a todos os outros da Amazônia Legal. Assim, a variação anual da área desmatada entre 2012 e 2013 nos municípios “consolidados” ou “monitorados e sob controle” corresponde a 5,4% daquela observada entre 2000 e 2001, enquanto o restante dos municípios tem um crescimento da área desmatada que entre 2012 e 2013 que é 10,2% daquele observado entre 2000 e 2001.

Como descrito na metodologia, para comparar o efeito real do PMV sobre a evolução do desmatamento, é necessária a existência um grupo de controle, ou seja, um conjunto de municípios fora do programa mas que possuam as mesmas características geográficas, econômicas, sociais, políticas etc. daqueles que participam. Como observado na seção 2, a adesão ao PMV é voluntária, de forma que não há critérios de elegibilidade à participação de determinado município, bastando a assinatura do TAC com MPF. Assim, a título de análise de impacto, poder-se-ia questionar se a assinatura do acordo é de fato suficiente para avaliar o programa. Entretanto, dentro da análise de impacto, o avaliador é livre para definir características visando identificar municípios comparáveis fora do programa com aqueles que participam do PMV.

Tabela 2. Comparação dos Grupos Antes do Emparelhamento PMV versus Não Participantes do PMV (Ano Base: 2012)

Variável	Tratamento		Controle		Estatística - t Duas Amostras	Viés Padronizado em % [¥]
	Média	DP	Média	DP		
log Densipop	1,10	1,38	1,91	1,66	4,47***	-53,09
log Boi	10,65	1,64	10,34	2,04	-1,40	16,78
log Soja	1,50	3,14	2,63	4,16	2,51**	-30,69
log Propriet	6,79	0,97	6,09	0,97	-6,58***	73,05
log Assenta	3,21	1,96	2,60	2,02	-2,70***	30,27
log Parceiro	1,52	1,38	1,62	1,54	0,60	-6,97
log Ocupante	3,13	1,77	2,89	1,99	-1,11	12,84
PT_2008	0,23	0,42	0,10	0,30	-3,59***	34,55
PSDB_2008	0,08	0,27	0,09	0,29	0,56	-6,48
DEM_2008	0,04	0,21	0,11	0,31	1,92*	-24,28
PMDB_2008	0,24	0,43	0,19	0,39	-1,12	11,99
PP_2008	0,02	0,15	0,07	0,26	1,87*	-24,59
PSB_2008	0,04	0,21	0,03	0,18	-0,58	6,07
log madei_2012	9,58	2,50	8,03	3,24	-4,42***	53,56
Observações	92		690			

***, **, * Significante ao nível de 1%, 5% e 10%, respectivamente.

[¥]O viés padronizado é o tamanho da diferença das médias entre as covariadas que fazem parte do tratamento e aquelas que não fazem parte do tratamento, dividido pela soma da raiz da quadrada das suas variâncias (HEINRICH; MAFFIOLI; VÁSQUEZ, 2010).

A tabela 2 reporta as médias e desvios padrões das variáveis usadas para medir a probabilidade de participar do PMV entre todos os municípios da Amazônia Legal (participantes e não participantes). Como mencionado, foram avaliados o impacto nos 92 participantes tinham acordo como o MPF. Foi escolhido o ano base de 2012 para a análise visando captar algum impacto antes, durante e depois da implementação do PMV em março de 2011 e também por ser o ano de referência da primeira divulgação da situação dos municípios em relação às metas do programa. As duas últimas colunas da tabela 2 contém estatísticas (teste *t-student* e a diferença de viés padronizado em %) que devem ser utilizadas para comparar os grupos de tratados e não tratados no que se refere a características observáveis antes e depois do emparelhamento.

Como mencionado anteriormente, diferenças estatísticas significativas entre características observáveis entre tratamento e controle não permite a hipótese de que os grupos de tratamento e de controle sejam similares (balanceados), o que poderia levar a estimativas tendenciosas do real impacto da intervenção. Assim, se existem diferenças estatísticas antes do emparelhamento, é esperado que essas desapareçam após o emparelhamento.

Para verificar a existência de diferenças entre as amostras de controle e tratamento, tornou-se padrão os critérios de medida de diferença padronizada – que não deve ser superior a 20%, em valor absoluto – e testes *t-student* – que deve ser não inferior ao nível de 10% de significância estatística (ROSENBAUM; RUBIN, 1983). Seguindo estes dois critérios, foram observadas oito variáveis que demonstraram tal distorção em nossa amostra. São elas: 1) Logaritmo da densidade populacional, 2) Logaritmo da área plantada de soja, 3) Logaritmo da

condição de parceiro e 4) e assentamento, 5), 6) e 7) se o município é governando pelo PT, DEM e PP, respectivamente, e 8) logaritmo da produção da madeira.

Tabela 3. Comparação dos Grupos antes do emparelhamento entre os participantes – Categorias “consolidados” e “monitorados e sob controle” versus não “consolidados”, “não monitorados e sob controle” do PMV e não participantes do PMV (Ano Base: 2012)

Variável	Tratamento		Controle		Duas Amostras Estatística - t	Viés Padronizado em % [‡]
	Média	DP	Média	DP		
log Densipop	1.666	1.142	1.910	1.663	0.99	-17.12
log Boi	10.515	1.690	10.339	2.043	-0.58	9.42
log Soja	1.225	3.031	2.626	4.162	2.27**	-38.48
log Propriet	6.596	0.796	6.085	0.969	-3.53***	57.59
log Assenta	2.936	1.882	2.604	2.024	-1.09	17.01
log Parceiro	1.089	1.032	1.620	1.543	2.33**	-40.51
log Ocupante	2.556	1.935	2.889	1.988	1.11	-16.99
PT_2008	0.234	0.428	0.101	0.302	-2.82***	35.79
PSDB_2008	0.085	0.282	0.094	0.292	0.21	-3.17
DEM_2008	0.021	0.146	0.107	0.310	1.89*	-35.52
PMDB_2008	0.255	0.441	0.190	0.392	-1.10	15.69
PP_2008	0.043	0.204	0.074	0.262	0.80	-13.36
PSB_2008	0.064	0.247	0.032	0.176	-1.17	14.90
log madei_2012	8.794	2.631	8.030	3.236	-1.58	25.89
Observações	47		735			

***, **, * Significante ao nível de 1%, 5% e 10%, respectivamente.

[‡]O viés padronizado é o tamanho da diferença das médias entre as covariadas que fazem parte do tratamento e aquelas que não fazem parte do tratamento, dividido pela soma da raiz da quadrada das suas variâncias (HEINRICH; MAFFIOLI; VÁSQUEZ, 2010).

Alternativamente, uma sub-amostra do PMV, com apenas os municípios classificados como “consolidados” ou “monitorados e sob controle” em 2012 e tiveram o acordo com o MPF, totalizando 47, também teve seu impacto avaliado. A tabela 3 reporta as médias e desvios padrões entre tratamento e controle para essa sub-amostra, bem como testes *t-student* e diferença do viés padronizado em %.

A tabela 4 reporta as estimativas e efeitos marginais (valor das probabilidades) do modelo *logit* para duas amostras. Uma amostra considera a variável dependente igual 1 se o município participava do PMV e tinha acordo como MPF e zero, caso contrário. Na segunda amostra, a variável dependente é igual a 1 se o município era classificado como “consolidado” ou “monitorado e sob controle” dentro do PMV e tinha acordo como MPF ou zero, caso contrário. Todos os 782 municípios da Amazônia Legal foram usados na análise dos *logits*.

Em ambas as regressões, a hipótese nula de que todos os coeficientes são iguais a zero foi rejeitada consistentemente ao nível de 1% de significância. De forma geral, os dois modelos apresentaram bom grau de robustez acerca do nível de significância de seus coeficientes individualmente. Pode-se constatar, por exemplo, que o aumento do número de cabeças de gado, do número de estabelecimentos operados por seus proprietários e da produção de madeira aumentam a probabilidade de o município ter um acordo com o MPF e participar do PMV. Resultado similar acerca dos sinais dos coeficientes foi observado para o modelo que considerou apenas municípios “consolidados” e “monitorados e sob controle”, embora, nesse caso, os coeficientes não tenham alcançado nível mínimo de significância estatística de 10%.

Tabela 4. Resultados do Modelo Logit^a

Variáveis	PMV_2012		Mun, Consol_2012, Monit_2012	
	Coefficiente	Efeitos Marginais	Coefficiente	Efeitos Marginais
Log da Densipop	-0.2131*** (0.0790)	-0.0131	0.0014 (0.0986)	0.000042
Log de Boi	0.1081* (0.0609)	0.0067	0.0447 (0.0726)	0.0014
Log de Soja	-0.1304*** (0.0327)	-0.0080	-0.1451*** (0.0499)	-0.0046
Log de propriet	1.0120*** (0.2055)	0.0624	0.9875*** (0.2195)	0.0310
Log de assenta	-0.0475 (0.0643)	-0.0029	-0.0291 (0.0791)	-0.0009
Log de parceiro	-0.3903*** (0.1368)	-0.0241	-0.5441*** (0.1562)	-0.0171
Log de ocupante	-0.0520 (0.0995)	-0.0032	-0.1314 (0.1277)	-0.0041
PT_2008	0.8077** (0.3529)	0.0657	1.0079** (0.4528)	0.0465
PSDB_2008	-0.1163 (0.5141)	-0.0069	0.3034 (0.6498)	0.0260
DEM_2008	-1.0054* (0.5932)	-0.0447	-1.4554 (1.0850)	-0.0283
PMDB_2008	0.2897 (0.3104)	0.0193	0.5486 (0.4202)	0.0184
PP_2008	-1.0624 (0.7862)	-0.0450	-0.2155 (0.8189)	-0.0062
PSB_2008	0.2886 (0.6083)	0.0200	0.7487 (0.6673)	0.0330
Log de MADEI_2012	0.1606*** (0.0552)	0.0099	0.0517 (0.0485)	0.0016
Constante	-9.6910*** (1.5384)		-8.7971*** (1.8271)	
N	782		782	
Pseudo R2	0,1994		0,1480	
Log likelihood	-226,778		-151,4160	
Wald chi2(9)	101,36***		60,32***	

***, **, * Significante ao nível de 1%, 5%, e 10%, respectivamente.

^a Erros Padrões entre parênteses abaixo dos coeficientes.

Nos dois modelos também observou-se que o número de estabelecimentos operados por produtor na condição de parceiro e a área plantada de soja diminuem a probabilidade do município ora ser participante do PMV ou ser classificado como consolidado ou monitorado e sob controle e participante do PMV.

Foram utilizadas também como variáveis de controle a representação política em cada município. Atentando-se apenas ao sinal dos coeficientes obtidos e de seus efeitos marginais, pode concluir que municípios que são governados pelos partidos políticos PT, PMDB e PSB têm maior probabilidade de participar do programa em relação a um grupo de outros partidos

presentes no país, apresentados no quadro A2 do anexo deste trabalho. Também observa-se a redução da probabilidade de participar do programa para os dois grandes partidos de oposição ao governo federal nos últimos anos, a saber, PSDB e DEM.

O próximo passo dentro da análise de impacto é calcular as probabilidades esperadas (*propensity scores*) dos dois modelos *logits* e proceder com análise de impacto através do pareamento usando os diferentes algoritmos. Como descrito na metodologia, os algoritmos escolhidos fazem usos dessas probabilidades esperadas para montar um grupo de controle (pareamento) que possuam as mesmas características do grupo tratado. Entre os algoritmos aqui utilizados apenas o emparelhamento covariado não utilizou os escore para a realização do pareamento através de suas distâncias euclidianas. A técnica de emparelhamento covariado usa todas as variáveis utilizadas na determinação das probabilidades, com exceção do escore de propensão. Precisamente, essa técnica faz uso da distância métrica de Mahalanobis, mas tem caído em desuso porque, para um grande número de observações e de covariadas, o emparelhamento pode ser computacionalmente longo.

Independentemente da técnica utilizada, após o pareamento, é imperativo verificar se a hipótese de balanceamento das covariadas, utilizadas na estimação da probabilidade de participar do programa, é satisfeita, uma vez que o balanceamento é fundamental para a redução de vieses de seleção amostral. Caso não existam diferenças estatísticas entre todas as informações das variáveis disponíveis para unidades tratadas e não tratadas, pode-se dizer que a replicação de um experimento aleatório a partir dados não aleatórios foi feita com sucesso, permitindo-se dar continuidade à análise do real impacto da intervenção.

Leuven e Sianesi (2003) desenvolveram um procedimento para o *software* STATA que não somente realiza o cálculo do impacto de acordo com algoritmo escolhido (livre pelo usuário), mas também fornece os testes de balanceamento entre os grupos após o pareamento obtido em cada algoritmo. O quadro A3 no anexo apresenta uma amostra da saída do programa STATA v.13 em que foi utilizado o comando “*psmatch2*” para realizar o pareamento e calcular o valor do impacto do programa (ATT) usando o algoritmo “Vizinho Mais Próximo com *Caliper* (0,0334)”. Além disso, apresenta o comando “*pstest*” para o teste de balanceamento após o emparelhamento. Claramente, observa-se que não existem diferenças estatísticas nas médias entre os grupos de tratamento e controle. Para os outros algoritmos, resultados semelhantes foram observados e estão disponíveis ao leitor com os autores do artigo.

Como dito anteriormente, constatando não haver diferenças estatísticas entre os grupos de tratamento e de controle, prossegue-se com a análise avaliando o impacto do programa. No presente estudo, foram utilizadas, como variáveis de interesse (*outcome*), as variações das áreas desmatadas entre 2010 e 2011, 2011 e 2012, e 2012 e 2013. É importante ressaltar que ao trabalhar com amostras pareadas e com a variável de interesse nas diferenças, está sendo aplicado o estimador diferenças nas diferenças (DD) para dados em painel. Este tem a vantagem de isolar fatores não observáveis ou de difícil controle que estariam presentes entre os municípios nos quais se realizou o tratamento (RAVALLION, 2008).

Os resultados de avaliação de impacto na evolução do desmatamento do PMV estão apresentados na tabela 5. Como apresentado anteriormente, foram considerados municípios participantes do PMV *versus* não participantes, tendo como cenário alternativo, o impacto apenas para o grupo de municípios composto por “consolidados” e “monitorados e sob

controle” que fizeram parte do PMV em 2012 *versus* os não “consolidados” e não “monitorados e sob controle” participantes do PMV e não participantes do programa em 2012.

Tabela 5. Avaliação do Impacto do Programa Municípios Verdes sobre o desmatamento na Amazônia Legal^a

Técnicas de Emparelhamento	Estimador Diferença nas Diferenças		
	Resultado: $\text{Desmat} = \text{Desmat}_t - \text{Desmat}_{t-1}$ (km ²)		
	Entre 2010 e 2011	Entre 2011 e 2012	Entre 2012 e 2013
Sem pareamento (Estimador <i>Naïve</i>)	19.538*** (2.364)	14.0907*** (1.854)	17.001*** (2.572)
Programas Municípios Verdes - PMV			
Vizinho Mais Próximo sem <i>Caliper</i>	12.363 (5.978)**	8.364* (4.496)	9.943 (6.359)
Vizinho Mais Próximo com <i>Caliper</i> (0,0334) [†]	8.683* (4.566)	7.095* (3.975)	7.662 (5.383)
Kernel (bandwidth= 0,0214) [€]	9.522** (4.753)*	6.162 (3.836)	6.846 (5.200)
Local Linear (bandwidth=0,0214) [€]	9.256* (4.793)	5.744 (3.865)	6.538 (5.243)
Emparelhamento (<i>Matching</i> Covariado)	12.4* (6.475)	7.229 (4.788)	9.916 (6.837)
Programa Municípios Verdes (PMV) – Somente Consolidados e Monitorados e sob controle			
Sem pareamento (Estimador <i>Naïve</i>)	-1.492 (3.3425)	-1.5768 (2.604)	-1.9610 (3.583)
Vizinho Mais Próximo sem <i>Caliper</i>	-8.254* (4.917)	-7.709** (3.600)	-9.078** (4.962)
Vizinho Mais Próximo com <i>Caliper</i> (0,0173) [†]	-8.747*** (2.004)	-6.055*** (1.600)	-6.739*** (2.064)
Kernel (bandwidth= 0.0119) [€]	-8.709*** (1.942)	-5.818*** (1.557)	-6.681*** (2.011)
Local Linear (bandwidth= 0.0119) [€]	-8.657*** (2.028)	-6.293*** (1.622)	-6.974*** (2.106)
Emparelhamento (<i>Matching</i> Covariado)	-5.919 (6.025)	-7.913 (5.807)	-5.026 (3.936)

^a Erros Padrões entres parênteses.

***, **, * Significante ao nível de 1%, 5%, e 10%, respectivamente.

[†]O tamanho do calibre (*caliper*) é definido como um ¼ do desvio padrão do escore de propensão (ROSENBAUM; RUBIN, 1983).

[€] A largura ótima da janela (*optimal bandwidth*) é calculado de acordo com a regra de bolso de Silverman (1986).

No cenário base, ao utilizar o estimador DD sem a amostra pareada (estimador *Naïve*) observa-se que entre os municípios participantes o nível da variação do desmatamento oscilou entre 14 km² e 19 km² ao ano no período analisado. Ou seja, claramente o crescimento do desmatamento é maior entre os municípios participantes do PMV. Contudo, ao comparar

comparáveis, ou seja, amostra pareadas, a variação da área desmatada é consideravelmente menor – em torno de 5km² a 12 km², a depender do algoritmo e ano selecionado –, entretanto, estatisticamente questionável, pois nem todos os valores apresentaram níveis mínimos de significância. Portanto, baseado nos resultados fortalece-se a posição de que participar do PMV não tem efeito sobre o esforço local para diminuir o desmatamento e poder-se-ia questionar se estes municípios deveriam de fato receber todos os incentivos do programa tem a oferecer.

No cenário alternativo, utilizou-se municípios “consolidados” e “monitorados e sob controle” participantes do PMV que, de acordo com sua classificação, possuem médio a baixo risco de desmatamento. Para estes, os resultados confirmaram a hipótese deste trabalho, isto é, durante o período analisado, o crescimento do desmatamento foi significativamente menor (entre 6 km² e 8 km² a menos) em relação àqueles que não participavam do programa ou que participavam mas não possuíam o *status* de consolidados ou monitorados e sob controle. Os resultados dessa avaliação ficaram não somente bastante robustos em termos estatísticos como também bastante consistentes ao observar-se proximidade das magnitudes dos valores obtidos ao comparar diferentes técnicas de emparelhamento. Uma das conclusões aferidas, portanto, é que para as vantagens econômicas e jurídicas que o PMV tem a oferecer, municípios deveriam fazer a “lição de casa” e se esforçar para diminuir seus níveis de desmatamento semelhantes ou menores do os municípios já consolidados.

5. Conclusão

Este trabalho procurou avaliar quantitativamente o impacto do Programa Municípios Verdes (PMV) do governo estadual paraense aplicando o estimador diferença nas diferenças à metodologia de avaliação de tratamento médio sobre os tratados conjugada com a técnica de emparelhamento por escore de propensão (*Propensity Score Matching* – PSM). Os resultados confirmam os efeitos positivos do programa, entretanto, apenas para municípios com médio a baixo risco de desmatamento. Ao considerar todos os participantes, os municípios envolvidos apresentaram, inclusive, crescimento do desmatamento superior àquele observado por seus pares não participantes. Esse resultado sugere que o programa é efetivo apenas para cidades com margem mais ampla para alterar seus indicadores ambientais. Cidades com elevado risco teriam de realizar grandes esforços para desacelerar o crescimento do desmatamento, o que poderia ser economicamente inviável ou de elevado custo social, por exemplo. Outra explicação sugerida consiste, como discutido ao longo do artigo, no fato de os benefícios apontados pela organização do programa não serem decorrentes do fato de o município participar do mesmo, mas sim do alcance de metas estratégicas propostas pelo PMV. Assim, uma cidade não participante poderia igualmente ter os benefícios da maior segurança jurídica, ICMS verde ou crédito facilitado desde que isoladamente adotasse políticas ambientais sugeridas pelo PMV sem, todavia, se comprometer formalmente com tais objetivos, enquanto uma cidade participante poderia, por diversas razões, não conseguir ou não se engajar – por exemplo, ao considerar os custos maiores que os benefícios – em atingir tais metas.

Também é interessante observar o impacto do partido governante sobre a probabilidade de um município participar do programa: partidos associados à base governista como PT, PMDB e PSB, sendo que este último se manteve situacionista até 2013, aumentam a probabilidade de dado município participar do programa, em contraposição aos dois partidos

mais fortemente associados à oposição, a saber, PSDB e DEM, que reduzem tal probabilidade. Embora vários desses coeficientes relacionados à Economia Política não tenham se mostrado estatisticamente significantes, a análise de sinal indica alguma capacidade de articulação entre Governo Federal e prefeituras, mesmo no estado do Pará, onde o governo era do PSDB, portanto opositor ao governo federal. Isso representa uma importante falha institucional e que deve ser corrigida visando a preservação da floresta hoje e para as futuras gerações.

Portanto, os resultados reforçam a necessidade do desenho de políticas específicas conforme o grau de risco em relação ao desmatamento, estratégia já abarcada pelo PMV. Evidentemente, mais tempo de análise seria necessário para avaliar o PMV adequadamente, abrindo oportunidades para estudos futuros dessa importante iniciativa pública. Ademais, a análise desenvolvida, possui outras limitações, entre elas uma comumente associada a estudos onde as variáveis são levantadas em nível municipal que consiste no efeito espacial – interação socioeconômica, política, agrária, antropóloga, etc. – que existe entre os agentes envolvidos (no caso nosso os municípios) e seus vizinhos. Além da correlação espacial, futuros estudos poderiam considerar também outros fatores como, por exemplo, aspectos climáticos, que poderiam determinar a participação de municípios em programas de redução do desmatamento, bem como outros problemas ambientais.

Referências

- ALLEN, J. C.; BARNES, D. F. The Causes of Deforestation in Developing Countries. Washington, DC, **Annals of the Association of American Geographers**, v. 75, n. 2, p. 163-184, 1985.
- ANGELSEN, A; KAIMOWITZ, D. Rethinking the Causes of Deforestation: Lessons from Economic Models. Washington, DC, **The World Bank Research Observer**, v. 14, n. 1, p 73-98, 1999.
- ANGRIST, J. D.; PISCHKE, J. **Mostly Harmless Econometrics**. 1 ed. Princeton: Princeton University Press, Princeton, 2009. 373 p.
- ARAÚJO, C. et al. **Does land tenure insecurity drive deforestation in the Brazilian Amazon?** Clermont Ferrand: CERDI, 2010. (Document de travail de la série Etudes et Documents n. 13).
- BARRETO, P.; ARAÚJO, E. **O Brasil atingirá sua meta de redução do desmatamento?** Belém: Imazon, 2012.
- BARRETO, P.; SILVA, D. S. **Como desenvolver a economia rural sem desmatar a Amazônia?** Belém: Imazon, 2013.
- BRANDÃO, A, S, P.; REZENDE, G. C.; MARQUES, R., W. C. **Agricultural growth in the Period 1999-2004, outburst in soybeans areas and environmental impacts in Brazil**. Rio de Janeiro: IPEA, 2005. (Texto para discussão n. 1062)
- BRASIL. Banco Central do Brasil. Resolução n. 4138, de 27 de setembro de 2012. Dispõe sobre ajustes nas condições básicas do Crédito Rural. Disponível em: <<http://www.bcb.gov.br>>. Acesso em: 21 mar. 2015.
- BECKER, S. O.; ICHINO, A. Estimation of average treatment effects based on propensity scores. **The Stata Journal**, College Station, v. 2, n. 4, p. 358-77, 2002.

- CALIENDO, M.; KOPEINIG, S. Some practical guidance for the implementation of propensity score matching. [s.l.], **Journal of Economic Surveys**, v. 22, n. 1, p. 31-72, 2005.
- CAMERON, A.; TRIVEDI, P. **Microeconometrics: Methods and Applications**. Cambridge: Cambridge University Press, 2005. 1056 p.
- CERDÁN-INFANTES, P.; MAFFIOLI, A.; UBFAL, D. **The impact of agricultural extension services: the case of grape production in Argentina**. Washington, DC: IADB, 2008. (OVE Working Paper n. 508)
- DAUVERGNE, P. Politics of Deforestation in Indonesia. **Pacific Affairs**, Cambridge, v. 66, n. 4, p. 497-518, 1994.
- DEININGER, K.; MINTER, B. Poverty, Policies, and Deforestation: The Case of Mexico. **Economic Development and Cultural Change**, Chicago, v. 47, n. 2, p. 313-344, 1999.
- DUFLO, E.; GLENNERSTER, R.; KREMER, M. Using randomization in development economics research: A Toolkit. In: T. SCHULTZ; J. STRAUSS (Ed.). **Handbook of Development Economics**. Amsterdam: Elsevier, 2008. p. 3895-3962.
- FEARNSIDE, P. M. Desmatamento na Amazônia: dinâmica, impactos e controle. **Acta Amazonica**, v. 36, n. 3, 2006. P. 395-400.
- HEINRICH, C.; MAFFIOLI, A.; VÁSQUEZ, G. **A Primer for Applying Propensity-Score Matching**. Washington DC: Inter-American Development Bank, 2010. Technical Note, n. 161.
- IMBENS, G. M.; WOLLDRIDGE, J. M. (2008) **Recent developments in the econometrics of program evaluation**. Cambridge: NBER, 2008. (Working Paper n. 14251)
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Sistema IBGE de Recuperação Automática. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 15 mar. 2015.
- INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). Projeto de Estimativa do Desflorestamento da Amazônia. Disponível em: <<http://www.obt.inpe.br/prodes/index.php>>. Acesso em: 15 mar. 2015
- KAIMOWITZ, D. et al. **A Conexão Hambúrguer Alimenta a Destruição da Amazônia: desmatamento e pecuária na Amazônia**. Jakarta: Center for International Forestry Research, 2004. 11 p. Nota técnica.
- LEUVEN, E.; SIANESI, B. **PSMATCH2: STATA module to perform full mahalanobis and propensity score matching, common support graphing, and covariate imbalance testing**. Boston College, Department of Economics, Statistical Software Components Series n. S432001. 2003. Disponível em: <<http://econpapers.repec.org/software/bocbocode/s432001.htm>>. Acesso em 20 mar. 2015.
- MARCHAND, S. The relationship between technical efficiency in agriculture and deforestation in the Brazilian Amazon.[s.l.], **Ecological Economics**, v.77, p. 166-175, 2012
- MARGULIS, S. **Quem são os agentes dos desmatamentos na Amazônia e por que eles desmatam**. Washington, DC: World Bank, 2000. (Internal Paper).
- MARGULIS, S. **Causes of Deforestation of the Brazilian Amazon**. Washington, DC: World Bank, 2004. (Working Paper n. 22)
- MCALPINE, C.A. et al. Increasing world consumption of beef as a driver of regional and global change: A call for policy action based on evidence from Queensland (Australia), Colombia and Brazil. [s.l.] **Global Environmental Change**, v.19, n. 1, p. 21-33, 2009.

- PEREIRA, D. et al. **ICMS Verde**. Belém: Governo do Estado do Pará, 2014. 6 p. Nota técnica.
- PRATES, R. C. AND SILVA, C.B. Desflorestamento Amazônia Legal. In: Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural, 45., 2007, Londrina, **Anais...** Londrina: SOBER, 2007.
- RAVALLION, M. Evaluating anti-poverty program. In: T. SCHULTZ; J. STRAUSS (Ed.). **Handbook of Development Economics**. Amsterdam: Elsevier, 2008. p. 3787-3846.
- ROSENBAUM, P.; RUBIN, D. The central role of the propensity score in observational Studies for Causal Effects. Oxford, **Biometrika**, v. 70 n. 1, p. 41-55. 1983.
- SHUKLA, J.; NOBRE, C.; SELLERS, P. (1990). Amazon deforestation and climate change. Washington DC, **Science**, v. 247, n. 4948 p. 1322-1325, 1990.
- SILVA, D. S; BARRETO, P. **O aumento da produtividade e lucratividade da pecuária bovina na Amazônia**: o caso do Projeto Pecuária Verde em Paragominas. Belém: Imazon, 2014. 28p.
- SOARES-FILHO, B. S.; NESPTAD, D. C.; CURRAN, L. Cenários de desmatamento para a Amazônia. São Paulo, **Estudos Avançados**, v. 45, n. 15, p. 31-36, 2005.
- WEINHOLD, D.; REIS, E. **Land Use and Transportation Costs in the Brazilian Amazon**. Madison: Department of Agricultural & Applied Economics of University of Wisconsin-Madison, 2004. (Staff Paper n. 467)
- WHATELY, M.; CAMPANILI, M. (Coord.). **Programa Municípios Verdes: Lições aprendidas e desafios para 2013/2014**. Belém: Governo do Estado, Programa Municípios Verdes, 2013. 96 p.
- VIANA, V. et al. Impactos do Programa Bolsa Floresta: uma avaliação preliminar. Brasília, **Inclusão Social**, v. 6, n. 1, p. 201-218, 2012.

ANEXOS

Abaetetuba*	Gurupá	Piçarra*	Tailândia
Abel Figueiredo*	Igarapé-Açu*	Placas	Terra Santa
Água Azul do Norte*	Igarapé-Miri	Ponta de Pedras	Tomé-Açu
Alenquer	Ipixuna do Pará*	Porto de Moz	Trairão
Almeirim	Irituia*	Praíha	Tucumã*
Altamira	Itaituba	Redenção*	Tucuruí
Ananindeua*	Itupiranga	Rio Maria*	Ulianópolis**
Anapu	Jacareacanga	Rondon do Pará	Uruará
Aurora do Pará*	Jacundá*	Rurópolis	Viseu*
Aveiro	Juruti	Salinópolis	Vitória do Xingu
Bannach*	Mãe do Rio*	Salvaterra	Xinguara*
Belterra	Marabá	Santa Isabel do Pará*	
Bom Jesus do Tocantins*	Medicilândia	Santa Luzia do Pará*	
Brasil Novo	Moju	Santa Maria das Barreiras	
Brejo Grande do Araguaia*	Monte Alegre	Santa Maria do Pará*	
Breu Branco	Nova Ipixuna*	Santana do Araguaia**	
Cachoeira do Piriá*	Novo Progresso	Santarém	
Canaã dos Carajás*	Novo	São Caetano de Odivelas*	
	Repartimento		
Chaves	Óbidos	São Domingos do Araguaia*	
Conceição do Araguaia*	Oriximiná	São Domingos do Capim*	
Cumaru do Norte	Ourilândia do Norte*	São Félix do Xingu	
Curionópolis*	Pacajá	São Geraldo do Araguaia*	
Dom Eliseu**	Palestina do Pará*	São João de Pirabas*	
Eldorado dos Carajás*	Paragominas**	São Miguel do Guamá*	
Faro	Parauapebas*	Sapucaia*	
Floresta do Araguaia*	Pau D'Arco*	Senador José Porfírio	
Goianésia do Pará*	Peixe-Boi*	Soure*	

Quadro A1: Lista das cidades participantes do PMV.

*Participante “consolidado”

**Participante “monitorado e sob controle”

PC do B	PDT	PHS	PMN	PPS	PR	PRB
PRP	PRTB	PSC	PSDC	PSL	PTB	PTC
PTN	PV					

Quadro A2: Lista dos partidos agrupados sob a variável de outros partidos



```
psmatch2 pmv2012, out(delta13_12) pscore(logit1) radius caliper(0.0334468) common
noreplacemen
```

Variable	Sample	Treated	Controls	Difference	S.E.	T-stat
delta13_12	Unmatched	21.898913	4.8984058	17.0005072	2.57273992	6.61
	ATT	21.8114943	14.1492435	7.66225076	5.38325015	1.42

Note: S.E. does not take into account that the propensity score is estimated.

	psmatch2: Treatment assignment	psmatch2: Common support	Total
Untreated	0	690	690
Treated	5	87	92
Total	5	777	782

```
. pstest lndensipop lnboi lnsoja12 lnpropriat lnassenta lnparceiro lnocupante
pt2008 psdb2008 dem2008 pmdb2008 pp2008 psb2008 lnmade2012, t(pmv2012) nodist
```

Variable	Mean		%bias	t-test	
	Treated	Control		t	p> t
lndensipop	1.1565	1.1253	2.0	0.14	0.892
lnboi	10.558	10.593	-1.9	-0.13	0.896
lnsoja12	1.5814	1.561	0.6	0.04	0.968
lnpropriat	6.7577	6.7047	5.5	0.38	0.704
lnassenta	3.1657	3.1286	1.9	0.12	0.903
lnparceiro	1.5543	1.5818	-1.9	-0.13	0.898
lnocupante	3.0966	3.0983	-0.1	-0.01	0.995
pt2008	.21839	.23852	-5.5	-0.31	0.754
psdb2008	.08046	.0795	0.3	0.02	0.981
dem2008	.04598	.04992	-1.5	-0.12	0.904
pmdb2008	.22989	.20952	5.0	0.32	0.747
pp2008	.02299	.02658	-1.7	-0.15	0.880
psb2008	.04598	.03968	3.3	0.20	0.839
lnmade2012	9.4997	9.4238	2.6	0.20	0.839

Quadro A3. Saída do programa Stata .v13 com os resultados do emparelhamento e teste de balanceamento para o algoritmo “Vizinho Mais Próximo Com Caliper (0.0334468)” entre os participante do PMV e Não Participantes.