



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ  
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS**

**THIAGO BANDEIRA CASTELO**

**AVALIAÇÃO DO PROGRAMA MUNICÍPIOS VERDES NA PERSPECTIVA DA  
GESTÃO AMBIENTAL E DO IMPACTO SOBRE O CONTROLE DO  
DESMATAMENTO NO ESTADO DO PARÁ**

**Belém – PA  
2019**

**THIAGO BANDEIRA CASTELO**

**AVALIAÇÃO DO PROGRAMA MUNICÍPIOS VERDES NA PERSPECTIVA DA  
GESTÃO AMBIENTAL E DO IMPACTO SOBRE O CONTROLE DO  
DESMATAMENTO NO ESTADO DO PARÁ**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais do Instituto de Geociências, da Universidade Federal do Pará em parceria com a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária /Amazônia Oriental e Museu Paraense Emílio Goeldi, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais.

Área de Concentração: Clima e Dinâmica Socioambiental na Amazônia

Linha de Pesquisa: Ecossistemas Amazônicos e Dinâmica Socioambiental

Orientador: Dr. Marcos Adami.

Coorientador: Dr. Ricardo Bruno Nascimento dos Santos.

**Belém – PA  
2019**

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD  
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Pará  
Gerada automaticamente pelo módulo Ficat, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)**

---

C348a Castelo, Thiago Bandeira

Avaliação do programa municípios verdes na perspectiva da gestão ambiental e do impacto sobre o controle do desmatamento no Estado do Pará / Thiago Bandeira Castelo. — 2019.

118 f. : il. color.

Orientador (a): Prof. Dr. Marcos Adami

Coorientador (a): Prof. Dr. Ricardo Bruno Nascimento dos Santos

Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, 2019.

1. Florestas (PA). 2. Desmatamento. 3. Política. 4. Programa Municípios Verdes. 5. Estado do Pará. I. Título.

CDD 333.751609811

---

**THIAGO BANDEIRA CASTELO**

**AVALIAÇÃO DO PROGRAMA MUNICÍPIOS VERDES NA PERSPECTIVA DA  
GESTÃO AMBIENTAL E DO IMPACTO SOBRE O CONTROLE DO  
DESMATAMENTO NO ESTADO DO PARÁ.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Ciências Ambientais, Instituto de Geociências da Universidade Federal do Pará em parceria com o Museu Paraense Emílio Goeldi e a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária da Amazônia Oriental, como requisito para obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais.

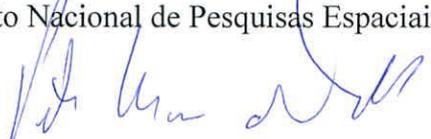
Área de concentração: Clima e Dinâmica Sócio-Ambiental na Amazônia.

Linha de pesquisa: Ecossistemas Amazônicos e Dinâmicas Socioambientais

Data de aprovação: 24 / 10 / 2019

Banca Examinadora:

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Marcós Adami – Orientador  
Doutor em Sensoriamento Remoto  
Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Peter Mann de Toledo – Membro Interno  
Doutor em Geologia  
Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE

  
\_\_\_\_\_  
Profa. Dra. Aline Maria Meiguins de Lima – Membro Interno  
Doutora em Desenvolvimento Sustentável do Trópico Úmido  
Universidade Federal do Pará – UFPA

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. André Cutrim Carvalho – Membro Externo  
Doutor em Desenvolvimento Econômico  
Universidade Federal do Pará – UFPA

Trabalho dedicado a todos aqueles que  
produzem ciência na Amazônia.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço à Deus, por me guiar ao longo dessa jornada, proporcionando-me paciência e serenidade diante dos percalços enfrentados no desenvolvimento da pesquisa. “*Alegrai-vos na esperança, sede pacientes na tribulação, perseverai na oração*” (Romanos, 12:12).

Agradeço à minha mãe Nelma, por todo o seu amor cedido nos momentos difíceis e por apoiar-me em decisões de cunho pessoal e profissional ao longo desses dois anos de curso.

Agradeço aos professores do curso de Pós-Graduação em Ciências Ambientais (PPGCA) da Universidade Federal do Pará (UFPA) por suas contribuições na minha formação profissional. Em especial, agradeço ao meu orientador, professor Marcos Adami, por ter acreditado em meu potencial como pesquisador e ao meu coorientador, professor Ricardo Bruno dos Santos, pelo apoio de excelência no desenvolvimento empírico da presente pesquisa.

Agradeço aos colegas do curso de mestrado, em especial à Crislayne Almeida, Miguel Angel, Ermano Prévoir e Diego Bautista pela descontração em meio aos estresses vividos em sala de aula e, ao mesmo tempo, pelas demonstrações de amizade e confiança ao longo desta jornada.

Não menos importante, agradeço ao corpo técnico e bolsistas do Centro Regional da Amazônia (CRA) por terem me recebido tão bem na fase de tratamento dos dados secundários da pesquisa. Em especial, à Márcia Barros pelos conselhos e ajuda na confecção de mapas temáticos; à Arlesson Souza pelo tratamento especial aos dados do projeto DETER, analisados por essa pesquisa.

Agradeço ao corpo técnico e dirigentes do PPCGA, à secretária Elisane Gabriel e ao coordenador da Pós-Graduação em Ciências Ambientais (PPGCA), professor Everaldo Barreiros pelo atendimento as minhas demandas acadêmicas. Meu muito obrigado a todos! Segue a vida...

*“A proteção ambiental não pertence a nenhuma corrente política ou ideológica. Quem ideologiza o debate ambiental age por ignorância ou má-fé”.*

***André Trigueiro, jornalista (2018).***

## RESUMO

O Estado do Pará é o segundo maior estado da Amazônia Legal, detentor de vasta biodiversidade e de grandes áreas de floresta natural. Essas condições têm atraído ao longo dos anos, atores interessados em explorar suas riquezas naturais por meio de abertura de áreas sobre as florestas com corte desordenado de madeira, criação de gado e cultivos agrícolas, além da execução de empreendimentos energéticos. Desse modo, as taxas de desmatamento cresceram de forma exponencial nos anos 2000, imperando ações do governo por meio de programas e projetos políticos de combate ao desmatamento. Insere-se no contexto das políticas, o Programa Municípios Verdes (PMV), que desde 2011 tem buscado apoiar a gestão ambiental dos municípios do Pará por meio de ações e medidas restritivas e educativas aos produtores rurais, além de traçar metas para o controle do desmatamento nos territórios abrangidos pelo programa. Dois extremos existem para os municípios participantes do programa. Por um lado, existem os municípios “Embargados” com altos índices de desmatamento e, por consequência, com restrições ao comércio e produção agrícola. Em oposição, existem os municípios “verdes” controlados ou monitorados, que são aqueles que cumprem todas as metas do PMV. Considerando o desmatamento um fenômeno de forte impacto sobre o meio ambiente, a pesquisa buscou entender e estimar o impacto do programa sobre o controle do desmatamento nos municípios verdes, definindo assim, a eficácia da política no alcance de seus objetivos. Compreender, se de fato, os municípios listados como “verdes” controlam o desmatamento em suas áreas é fundamental para o aperfeiçoamento das ações do governo do Estado do Pará. O controle do desmatamento perpassa por uma adequada gestão ambiental e recuperação das áreas florestais. Dessa forma, testou-se empiricamente por meio de técnicas e métodos robustos de avaliação, a contribuição da gestão ambiental e o impacto do PMV sobre a recuperação das áreas florestais estimado pelo índice de preservação florestal. A pesquisa contou com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) no fomento da bolsa de pesquisa pelo programa de Demanda Social – DS e do Centro Regional da Amazônia (CRA) ligado ao Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) na cessão de estrutura física e apoio técnico no processamento de dados de monitoramento florestal.

Palavras-chave: Florestas (PA). Desmatamento. Política. Programa Municípios Verdes. Estado do Pará.

## ABSTRACT

The State of Pará is the second largest state in the Legal Amazon, with vast biodiversity and large areas of natural forest. These conditions have attracted, over the years, actors interested in exploiting their natural wealth through the opening of areas over the forests with disorderly logging for livestock and agricultural crops, as well as the execution of energy ventures. Thus, as exponentially increasing deforestation rates in the 2000s, government actions prevailed through programs and political projects to combat deforestation. Within the context of the policies, the Programa Municípios Verdes (PMV), which since 2011 has sought to support the environmental management of the municipalities of Pará through punitive and educational measures to farmers, in addition to setting goals for controlling deforestation in the territories covered by the program. Two extremes exist for the municipalities participating in the program. On the one hand, there are the “Embargados” municipalities with high deforestation rates and, consequently, restrictions on trade and agricultural production. On the other hand, there are controlled or monitored “verdes” municipalities that meet PMV goals. Considering deforestation as a phenomenon of strong impact on the environment, the research sought to understand and estimate the impact of the program on deforestation control in green municipalities, thus defining the effectiveness of the policy in achieving its objectives. Understanding if, in fact, the municipalities listed as “verdes” control deforestation in their areas is fundamental for the improvement of the actions of the State of Pará government. Control of deforestation involves adequate environmental management and recovery of forest areas. Thus, we tested empirically through robust assessment techniques and methods, the contribution of environmental management and the impact of PMV on the recovery of forest areas, estimated by the forest preservation index. The research was supported by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) in the promotion of the research grant by the programa de Demanda Social - DS and the Centro Regional da Amazônia (CRA) linked to the Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) in assignment of physical structure and technical support in the processing of forest monitoring data.

Keywords: Forests (PA). Deforestation. Politics. Programa Municípios Verdes. State of Pará.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1- Representação Esquemática da Hierarquia das Leis Ambientais do Brasil.....	24
Figura 2- Estrutura organizacional dos Órgãos Ambientais do governo em relação a decisões estratégicas e operacionais.....	26
Figura 3- Estrutura de Governança do PMV no Estado do Pará.....	29
Figura 4- Categorias do PMV em relação aos municípios do Estado do Pará até o ano de 2013.....	31
Figura 5- Municípios mais desmatadores e embargados do Estado do Pará segundo o MMA a critério do PMV em 2018.....	32
Quadro 1- Background dos principais estudos realizados a partir de técnicas econométricas para determinar as causas do Desmatamento.....	36
Figura 6- Localização do Estado do Pará e dos Municípios Verdes em relação à vegetação e ao uso do solo no Estado do Pará, Amazônia.....	50
Figura 7- Evolução das áreas desmatadas dos Municípios Verdes em relação ao Estado do Pará 2000-2017.....	57
Figura 8- Desmatamento nos Municípios Verdes segundo as mesorregiões do Estado do Pará.....	58
Figura 9- Variação da degradação nos atuais 16 Municípios Verdes entre os anos de 2012 e 2018 segundo o Sistema DETER.....	62
Figura 10- Focos de queimadas nos Municípios verdes no ano de 2017.....	63
Figura 11- Degradação detectada nos territórios dos Municípios Verdes e nas Unidades de Conservação (proteção integral e uso sustentável) federal presentes nos municípios, Estado do Pará, período de 2012 a 2018.....	64
Quadro 2- Grupos de municípios tratados e controles segundo intervalos de IPF para a estimativa de impacto no Modelo CS.....	84
Quadro 3- Relação entre Floresta e Desmatamento para os municípios tratados no CS.....	85
Figura 12- Estimativa de impacto do PMV sobre os municípios do grupo 1: evolução dos municípios reais e sintéticos.....	93
Figura 13- Estimativa de impacto do PMV sobre os municípios do grupo 2: evolução dos municípios reais e sintéticos.....	95

Figura 14- Distribuição placebo nos municípios <i>donor pool</i> em relação aos “verdes” do grupo 1: validação do impacto do PMV.....	97
Figura 15- Distribuição placebo nos municípios <i>donor pool</i> em relação aos “verdes” do grupo 2: validação do impacto do PMV.....	99
Figura 16- Arco do Desmatamento e municípios estimados pelo método CS. Municípios do Grupo 1 e Grupo 2 não impactos pelo PMV em relação ao IPF.....	103
Figura 17- Tendência da variável IPF dos tratados em relação aos controles. Municípios do Grupo 1.....	117
Figura 18- Tendência da variável IPF dos tratados em relação aos controles. Municípios do Grupo 2.....	118

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Variáveis avaliadas nas modelagens para os 2 grupos de municípios.....	54
Tabela 2- Evolução das áreas desmatadas nos Municípios Verdes.....	55
Tabela 3- Municípios Verdes em relação às três metas estabelecidas pelo PMV em 2017.....	56
Tabela 4- Desmatamento nos Municípios Verdes e nos seus municípios vizinhos em relação às categorias do PMV, 2017. ....	58
Tabela 5- Evolução das áreas degradadas nos Municípios Verdes.....	61
Tabela 6- Detecções por faixa de tamanho entre os anos de 2012 e 2018 para os Municípios Verdes.....	62
Tabela 7- Unidades de Conservação e Zonas de Amortecimento atingidas pela degradação florestal nos Municípios Verdes, Estado do Pará.....	65
Tabela 8- Estatísticas Descritivas das variáveis quantitativas no modelo em painel.....	66
Tabela 9- Determinantes do desmatamento: Estimativas em painel de dados.....	68
Tabela 10- Variáveis do modelo de impacto CS sobre o controle do desmatamento no Estado do Pará.....	88
Tabela 11- Resultados do modelo em painel para os municípios tratados, controles e total....	90
Tabela 12- Erros quadráticos médios do estimador (RMSPE) para os municípios tratados e pesos para a formação dos municípios sintéticos de acordo com o grupo de IPF.....	92

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

APA – Área de Proteção Ambiental  
APP – Área de Preservação Permanente  
BDQUEIMADAS – Banco de Dados de Queimadas  
CAR – Cadastro Ambiental Rural  
CBERS – *China-Brazil Earth Resources Satellite*  
CFB – Constituição Federal Brasileira  
COEMA – Conselho Estadual de Meio Ambiente do Pará  
CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente  
CS – Controle Sintético  
DD – Diferenças em Diferenças  
DETER – Detecção do Desmatamento em Tempo Real  
EMATER – Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado do Pará  
EOS – *Earth Observation System*  
EQME – Erro Quadrático Médio do Estimador  
FETA - Floresta Extrativista Tapajós-Arapiuns  
FINBRA – Finanças do Brasil  
FIV – Fator de Inflação da Variância  
FLONA – Floresta Nacional  
GAA – Gastos com Gestão Ambiental  
GGE - *Google Earth Engine*  
IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos  
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística  
IDEFLOR – Instituto de Desenvolvimento Florestal e da Biodiversidade do Estado do Pará  
IMAZON – Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia  
INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais  
IPF – Índice de Preservação Florestal  
IRS – *Indian Remote Sensing Satellite*  
MAPBIOMAS - Mapeamento Anual da Cobertura e Uso do Solo no Brasil  
LAR – Licenciamento Ambiental Rural  
MEAN – Massa Equatorial do Atlântico Norte

MEC – Massa Equatorial Continental  
MEM – Modelagem Espectral de Mistura  
MMA – Ministério do Meio Ambiente  
MMG – Método dos Momentos Generalizado  
MPF – Ministério Público Federal  
MQO – Mínimos Quadrados Ordinários  
MV – Município Verde  
NILECJ – *National Institute of Law Enforcement and Criminal Justice*  
OLS – *Ordinary Least Squares*  
ONG – Organizações Não-Governamentais  
PARNA - Parque Nacional  
PAS – Plano Amazônia Sustentável  
PIB – Produto Interno Bruto  
PMV – Programa Municípios Verdes  
PNCF – Parque Nacional dos Campos Ferruginosos  
PNMA – Política Nacional de Meio Ambiente  
PNUD – Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento  
PPCDAm – Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal  
PRODES – Programa de Cálculo do Desflorestamento da Amazônia  
PSM – *Propensity Score Matching*  
RDD – *Regression Discontinuity Design*  
REDD – Redução das Emissões por Desmatamento e Degradação florestal  
RESEX – Reserva Extrativista  
RL – Reserva Legal  
SEMAS – Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Sustentabilidade  
SICONFI – Sistema de Informações Contábeis e Fiscais do Setor Público Brasileiro  
SIDRA – Sistema IBGE de Recuperação Automática  
SISNAMA – Sistema Nacional de Meio Ambiente  
SISTN – Sistema de Coleta de Dados Contábeis do Tesouro Nacional  
SPRP – Sindicato dos Produtores Rurais de Paragominas  
SR – Sensoriamento Remoto  
TAC – Termo de Ajustamento de Conduta

TNC – The Nature Conservancy

UC – Unidade de Conservação

UNCCD – *United Nations Convention to Combat Desertification*

ZA – Zonas de Amortecimento

ZCIT – Zona de Convergência Intertropical

ZFM – Zona Franca de Manaus

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1 INTRODUÇÃO GERAL</b> .....	18
<b>1.1 Instrumentos Jurídicos Ambientais</b> .....	20
<b>1.2 Fronteiras no Estado do Pará</b> .....	21
<b>1.3 O Programa Municípios Verdes</b> .....	22
<b>1.4 Arcabouço Teórico da Dissertação</b> .....	23
1.4.1 Leis e Políticas Ambientais no Brasil .....	23
1.4.2 Gestão Ambiental e evidências das causas do Desmatamento na Amazônia .....	29
1.4.3 Técnicas de Avaliação das Políticas Públicas .....	38
<b>1.5 Arcabouço Metodológico da Dissertação</b> .....	41
1.5.1 Monitoramento das Florestas e Análise da Gestão Ambiental.....	42
1.5.2 Aplicação do Controle Sintético na Avaliação do Programa Municípios Verdes.....	43
<b>1.6 Objetivos da Dissertação</b> .....	46
1.6.1 Objetivo Geral .....	46
1.6.2 Objetivos Específicos.....	46
<b>1.7 Estrutura da Dissertação</b> .....	46
<b>CAPÍTULO 2 ALTERAÇÕES NA COBERTURA FLORESTAL E A INFLUÊNCIA DA GESTÃO AMBIENTAL SOBRE OS MUNICÍPIOS DO PROGRAMA MUNICÍPIOS VERDES</b> .....	47
<b>2.1 Introdução</b> .....	47
<b>2.2 Material e Métodos</b> .....	50
2.2.1 Área de estudo .....	50
2.2.2 Sistemas PRODES e DETER.....	51
2.2.3 Modelos e análise de dados florestais .....	52
<b>2.3 Resultados</b> .....	55
2.3.1 Evolução do Desmatamento .....	55
2.3.2 Degradação e impacto sobre as áreas protegidas .....	60
2.3.3 Simulações em painel .....	65
<b>2.4 Discussão</b> .....	70
2.4.1 Descentralização e gastos com gestão ambiental .....	70
2.4.2 Perspectivas para o Programa Municípios Verdes .....	72
<b>2.5 Conclusão</b> .....	73

<b>CAPÍTULO 3 APLICAÇÃO DO CONTROLE SINTÉTICO NA AVALIAÇÃO DE IMPACTO DO PROGRAMA MUNICÍPIOS VERDES .....</b>	<b>79</b>
<b>3.1 Introdução.....</b>	<b>79</b>
<b>3.2 Material e Métodos.....</b>	<b>82</b>
3.2.1 Estratégia empírica .....	82
3.2.2 Índice de Preservação Florestal (IPF).....	84
3.2.3 Operações matemáticas e formação do município sintético .....	86
3.2.4 Base de dados .....	87
<b>3.3 Resultados .....</b>	<b>89</b>
3.3.1 Modelos gerados no Controle Sintético .....	89
3.3.2 Município Real e Sintético: análise do <i>Contrafactual</i> .....	91
3.3.3 Tratamentos placebos nos <i>donor pool</i> .....	96
<b>3.4 Discussão .....</b>	<b>100</b>
3.4.1 Impacto sobre o IPF e o controle do desmatamento no Pará .....	100
<b>3.5 Conclusão .....</b>	<b>103</b>
<b>CAPÍTULO 4 CONCLUSÃO GERAL .....</b>	<b>107</b>
<b>4.1 Conclusões.....</b>	<b>107</b>
<b>4.2 Recomendações.....</b>	<b>108</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>109</b>
<b>APÊNDICE A - FIGURA 17 E 18.....</b>	<b>117</b>

## CAPÍTULO 1 INTRODUÇÃO GERAL

A avaliação de políticas ambientais permite verificar a eficácia no governo no alcance de seus objetivos como monitorar e combater atividades que podem ser executadas ilegalmente (agricultura, pecuária e extração madeireira) em áreas florestais públicas ou privadas, estas últimas, mais passíveis de serem desmatadas. A avaliação pode ser feita a partir de abordagens teóricas e práticas que analisam a equidade, legitimidade e alcance das políticas com a sua implementação, verificando os benefícios e limitações observadas nos períodos de execução (CHELIMSKY, 1997; GERTLER *et al.*, 2016).

Na teoria que permeia a avaliação de políticas públicas, Chelimsky (1997) apresentou três perspectivas gerais de avaliação que são: *accountability*, *knowledge* e *developmental*. A perspectiva *accountability* versa sobre o fornecimento de informações financeiras aos tomadores de decisão, responsáveis pela execução das atividades estratégicas. Geralmente, estudos de caso são utilizados para examinar a política, que tem como objetivo avaliar os resultados alcançados (efetividade). Para a perspectiva *knowledge*, o interesse é avaliar o desempenho institucional para melhorar a política através de indicadores de desempenho e métodos quantitativos baseados no arcabouço estatístico. Por último, a perspectiva *developmental* busca a compreensão dos fatores que incidem de maneira positiva ou negativa sobre a política verificando a nível operacional o seu desempenho (CHELIMSKY, 1997).

Neste sentido, experimentos qualitativos e quantitativos têm demonstrado ser eficazes em pesquisas científicas, auxiliado na tomada de decisão política por parte dos gestores no combate aos crimes ambientais como o desmatamento. Trabalhos para determinar as causas do desmatamento têm sido realizados e que envolvem o crescimento populacional com o desmatamento; efeitos do crescimento econômico sobre o desmatamento e análises envolvendo políticas ambientais e o acoplamento dos preços das *commodities* agrícolas no acréscimo de áreas desmatadas (MENDELSON *et al.*, 1994; ANDERSEN; REIS, 1997; KAIMOWITZ; ANGELSEN, 1998; GEIST; LAMBIN, 2001, 2002; WEINHOLD; REIS, 2008; ARAUJO *et al.*, 2008; RIVERO *et al.*, 2009; ASSUNÇÃO *et al.*, 2015).

No Estado do Pará, uma importante iniciativa política foi tomada para controlar o avanço do desmatamento sobre as áreas florestais – Programa Municípios Verdes (PMV) (Decreto Estadual nº 54 de 2011). O programa objetiva combater o desmatamento e fortalecer a produção rural sustentável (PMV, 2013) por meio de ações estratégicas de ordenamento e gestão ambiental. Para tanto, diversos pactos locais têm sido firmados entre os

municípios e instituições jurídicas com o objetivo de aumentar o monitoramento das florestas, implantar o Cadastro Ambiental Rural (CAR) e fortalecer a gestão ambiental municipal.

Baseando-se na primeira lista dos municípios embargados (Portaria MMA nº 28 de 2008) levantada pelo governo federal através do Plano de Ação para a Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal (PPCDAM), o PMV destacou em 2012, um grupo de 17 municípios paraenses que se enquadravam na lista (Altamira, Brasil Novo, Cumaru do Norte, Dom Eliseu, Novo Progresso, Novo Repartimento, Paragominas, Rondon do Pará, Santa Maria das Barreiras, Santana do Araguaia, São Félix do Xingu, Ulianópolis, Itupiranga, Marabá, Pacajá, Tailândia e Moju), determinando-os como prioritários ao combate do desmatamento na região. Em oposição a esse grupo, o PMV categorizou os municípios “verdes”, ou seja, aqueles que promovem uma efetiva gestão ambiental nos seus territórios (PPCDAM, 2004; PMV, 2013).

Ao longo dos anos, os municípios que compõem os grupos “embargado” e “verde” têm se alternado e, até o ano de 2018, 124 municípios já haviam aderido ao programa. A participação dos municípios implica em aceitar diversas regras do programa como a formação de fundos financeiros pelas prefeituras destinados ao combate do desmatamento, melhorias no licenciamento ambiental, assinatura dos Termos de Ajustamento de Conduta (TACs) que habilitam os municípios a receberem incentivos fiscais e redução do desmatamento ao nível de detecção menor que 40 km<sup>2</sup> (PMV, 2016; CASTELLO *et al.*, 2017).

Avaliar o PMV no âmbito de seus objetivos alcançados auxilia no entendimento das ações e repercussões da política, induzindo a um pensamento crítico a respeito da intervenção política sobre os municípios paraenses. Nessa trajetória, o problema da pesquisa consistiu em saber se o PMV fortalece a gestão ambiental e controla o desmatamento no Pará. Logo, foi lançada a hipótese que o PMV teria impactos positivos sobre a gestão ambiental como um todo nos municípios participantes do programa no Pará. Ao fortalecer a gestão ambiental, supôs-se que o desmatamento também estaria sobre controle. O controle do desmatamento perpassa pela promoção do aumento das áreas florestais, ou seja, estabelecendo a preservação das florestas municipais.

Para comprovar essas hipóteses, a pesquisa fez uso de métodos estatísticos que testam os vetores do desmatamento e os fatores para o seu controle como a gestão ambiental e o impacto da política sobre a preservação das florestas no Estado do Pará com vistas a auxiliar no fortalecimento da política ambiental.

## 1.1 Instrumentos Jurídicos Ambientais

A atuação política do governo por meio de ações de proteção e monitoramento dos recursos naturais é outorgada com base em normas e instrumentos que visam combater e mitigar os efeitos negativos da exploração dos recursos naturais (água, madeira, minérios e etc.), e no território nacional, se iniciou com edição e homologação do primeiro Código Florestal Brasileiro (Decreto nº 23.793 de 1934) seguido do Código das Águas (Decreto nº 24.643 de 1934); Código de Caça e Pesca (Decreto nº 23.793 de 1934) e o decreto de proteção aos animais (Decreto nº 24.645 de 1934). Com a edição dos instrumentos legais de proteção ao meio ambiente, a Legislação Ambiental Brasileira começou a se estruturar, permitindo que o governo brasileiro atuasse de forma mais incisiva na proteção do meio ambiente (AHRENS, 2003; MEDEIROS, 2006).

Nesta legislação, o principal instrumento jurídico (Código Florestal) passou por modificações ao longo dos anos (Novo Código Florestal – Lei nº 4.771 de 1965) e mais recentemente, após inúmeros embates políticos, foi atualizado (Lei Federal nº 12.651 de 2012). Entre as modificações que o código de 1965 trouxe para a legislação, podem-se citar a mudança do tratamento dado às florestas que pela primeira passaram a ser vistas como bens de interesse comum da população e o surgimento de novas tipologias de áreas (Área de Preservação Permanente e Reserva Legal) que posteriormente, foram reavaliadas na edição do código de 2012 (AHRENS, 2003; CUNHA; MELLO-THERY, 2010).

A lei que permeia a proteção das florestas foi fortalecida a partir de uma importante medida tomada pelo governo – a criação da Política Nacional de Meio Ambiente – PNMA (Lei nº 6.938 de 1981). A Política Nacional de Meio Ambiente estabeleceu princípios sobre ações governamentais para manutenção do equilíbrio ecológico; racionalização do uso do solo; fiscalização dos recursos ambientais, além de ter sido um marco do governo brasileiro no enfrentamento dos crimes ambientais no país no século XX (BRASIL, 1981).

Neste sentido, o crescente uso indiscriminado dos recursos naturais e o avanço do desmatamento na Amazônia fez emergir nos anos 2000 um robusto plano que integra normas e diretrizes governamentais voltados ao meio ambiente – o Plano de Ação para a Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal – PPCDAm (BRASIL, 2004; MELLO e ARTAXO, 2017). Medidas governamentais de proteção ao meio ambiente como o PPCDAm partem do âmbito executivo do governo federal na forma de programas com regras e diretrizes políticas a serem seguidas por estados e municípios. De maneira geral, as ações

governamentais têm como intuito orientar e intervir na atividade dos agentes econômicos que inferem sobre o meio ambiente a fim de tornar mais eficaz a alocação dos recursos naturais e de minimizar os custos sociais e ambientais de sua exploração (RISSATO; SPRICIGO, 2010; FREIRIA, 2015).

## 1.2 Fronteiras no Estado do Pará

A rentabilidade de atividades extrativistas (extração madeireira e mineral) e agropecuárias no Estado do Pará está impulsionando a transformação da fronteira agrícola (FERREIRA; COELHO, 2015) tanto pelo elevado preço pago no mercado internacional as *commodities* brasileiras quanto aos limites impostos à expansão agrícola pelo governo, dado o esforço em reduzir o desmatamento na Amazônia Oriental. Esses fatores configuram uma nova expansão da fronteira agrícola em direção à parte ocidental da Amazônia englobando a parte Sudoeste do Pará e estados como Rondônia, Amazonas e Acre (CASTRO, 2005; FERREIRA; COELHO, 2015).

Com a expansão da fronteira, os esforços de governança no sentido de proteger os recursos naturais por meio de políticas restritivas aos desmatadores da floresta têm aumentado no Sul e Sudeste da Amazônia (principalmente no Estado do Pará), perfazendo o que alguns autores vêm chamando de Fronteira Verde (*Green Frontier*, do inglês) (SCHMINK *et al.*, 2017; THALER, 2017).

Schmink *et al.* (2017) e Thaler (2017) consideram a existência de um enverdeamento na Amazônia, sendo São Félix do Xingu, o município modelo do Estado do Pará, sobre o controle do desmatamento estadual. Para os autores, a cooperação entre sindicatos rurais, governo municipal e fazendeiros, configura uma estrutura de governança ambiental local. Ao mesmo tempo, os autores afirmam que fatores como a intensificação agrícola (modernização com uso de reduzido de terras e tecnologias sustentáveis), desapropriação de terras pelo governo e coalizões entre os atores do meio rural à nova agenda político-econômica nacional tem sido determinantes para o controle do desmatamento no município (THALER, 2017).

O estabelecimento de uma governança ambiental tem produzido bons resultados no que concerne a Gestão Ambiental Compartilhada, um dos eixos do PMV, no entanto, a produção sustentável juntamente com a maior eficácia do ordenamento territorial somado ao maior rigor na fiscalização dos crimes ambientais precisa ser mais bem analisada a fim de verificar o impacto do programa no alcance de seu objetivo maior – o controle efetivo do

desmatamento implicando na redução de grandes clareiras em áreas florestais (remanescentes privados e áreas públicas) e minimização de conflitos territoriais, a exemplo das madeiras que de forma recorrente pressionam as APAs (Unidades de Conservação e Terras Indígenas) demarcadas pela União (SOUZA; GUERRA, 2017).

### **1.3 O Programa Municípios Verdes**

O advento das políticas ambientais federais e a discussão acerca da necessidade de desenvolvimento local e regional, com a garantia de direitos e oportunidades para as populações afastadas dos grandes centros urbanos imperaram ao governo do Estado do Pará, baseando-se na experiência obtida com os municípios de Paragominas (PA) e em Lucas do Rio Verde (MT), o lançamento do PMV em 2011 com o intuito de reduzir o desmatamento e a degradação florestal e, ao mesmo tempo, promover uma nova economia rural com base no uso intensivo da agropecuária (FUNDO VALE, 2012).

O conceito “Municípios Verdes” surgiu bem antes da criação do programa no Estado do Pará. O Estado de São Paulo foi o pioneiro entre os estados, com o lançamento do “Programa Município Verde”, em 2007, que depois foi renomeado em “Município Verde Azul” a fim de enfatizar a importância dos cuidados com os recursos hídricos. A consciência governamental em torno da necessidade de um novo modelo de desenvolvimento baseado na extração sustentável dos recursos e reaproveitamento dos resíduos fez eclodir movimentos internos nos órgãos estratégicos para o meio ambiente e isso reverberou nas iniciativas estaduais (GUIMARÃES *et al.*, 2011; FUNDO VALE, 2012).

Um município verde caracteriza-se por desenvolver atividades produtivas sustentáveis com baixa emissão de carbono e que incentiva práticas de educação ambiental e responsabilidade social por parte das prefeituras e empresas que em sua maioria, fazem parte do setor do agronegócio. No bioma amazônico, o município verde deve estimular a gestão baseada na governança para o meio ambiente; o manejo florestal; intensificação da agropecuária e das práticas agroecológicas e a recuperação de APPs e RLs. Além dessas iniciativas, o município precisa definir ações de monitoramento das atividades produtivas e da pressão sobre a floresta como medida efetiva de combate ao desmatamento, além de buscar a inserção de todos os produtores rurais no CAR e no Licenciamento Ambiental Rural (LAR) (GUIMARÃES *et al.*, 2011; SANTOS *et al.*, 2017).

As autuações e embargos por parte do IBAMA e SEMAS às práticas agrícolas nocivas ao meio ambiente tem buscado reduzir os níveis de desmatamento, muito em função de sua política de gestão compartilhada, que no entendimento de Neves e Whately (2016), mobiliza atores, recursos e parcerias intergovernamentais no sentido de melhorar a qualidade da governança ambiental local na medida em que incentiva o governo municipal a atuar na mesma direção do governo federal sobre os moldes das políticas de conservação florestal.

## **1.4 Arcabouço Teórico da Dissertação**

### **1.4.1 Leis e Políticas Ambientais no Brasil**

Segundo Lessa (2004), a preocupação com o controle e proteção dos recursos naturais, enquanto matéria-prima é evidenciada pela sistematicidade na criação de leis e previsões legais. Além disso, o entendimento comum entre governantes e ambientalistas de que o recurso é objeto de uso econômico com utilidade produtiva vital para o crescimento da sociedade faz emergir as leis ambientais. Assim, os códigos florestais editados ao longo dos anos trouxeram normas e limites para preservar a vegetação nativa, definindo o tipo de compensação que deve ser feito por fazendeiros e posseiros que usem matérias-primas presentes em uma determinada localidade, como reflorestamento (STECKELBERG, 2014; FREIRIA, 2015).

A chamada bancada ruralista que representa os interesses do agronegócio brasileiro no Congresso Nacional tem sido favorável às mudanças nas leis ambientais no que concerne às florestas, permitindo a flexibilização do uso dos recursos naturais (destaque aos recursos florestais). Embates políticos entre os que são a favor e contra a flexibilização das leis ambientais têm levantado atualmente discussões em relação ao papel do pequeno agricultor na manutenção das florestas. Para aqueles que argumentam a favor do pequeno agricultor, a rigorosidade das leis estaria prejudicando os mesmos, pois são impedidos de expandir seus cultivos agrícolas, afetando diretamente os rendimentos familiares (STECKELBERG, 2014; SANTOS FILHO *et al.*, 2015).

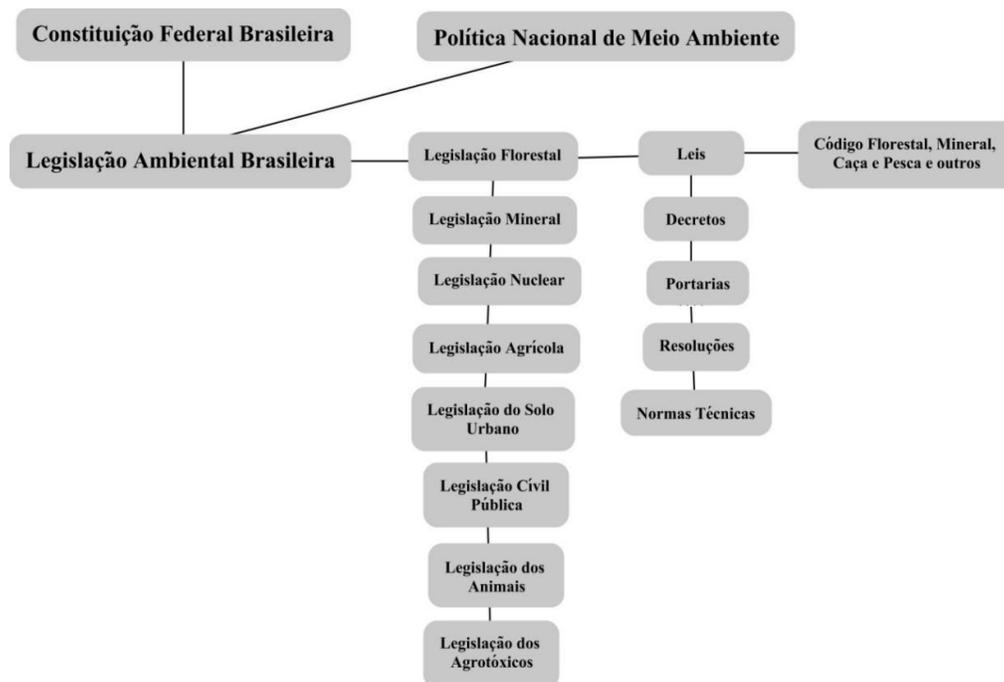
O atendimento as normas jurídicas por parte dos proprietários rurais (grandes e pequenos agricultores), tendem a fomentar maior eficácia e eficiência das políticas ambientais. Muitas vezes, faltam a essas políticas, critérios claros de monitoração e avaliação para melhorar o desempenho delas em relação aos seus objetivos. Tais inconsistências são,

geralmente, consequências de diferentes embasamentos filosóficos, normativos e da disputa desigual de poder, que parecem usuais no cenário político brasileiro (RUSCHEINSKY, 2010; FEISTAUER *et al.*, 2014).

As formulações políticas tendem a refletir a vontade coletiva dos cidadãos em governos democráticos e a eficiência de todo o processo está ancorada na vontade política dos atores sociais a fim de traçar estratégias de ação ambiental sustentável. Conhecer os atores sociais envolvidos com a questão ambiental e a probabilidade dos mesmos aderirem às normas da política ambiental são primordiais para o bom andamento as políticas (RUSCHEINSKY, 2010).

A hierarquia das leis que versam sobre o uso sustentável e proteção dos recursos naturais, a exemplo das florestas, permitem o ordenamento jurídico na execução das leis e o bom funcionamento dos órgãos ambientais competentes na autuação dos infratores do meio ambiente e intermediação das diretrizes políticas de cunho federal para os estados e municípios (Figura 1).

**Figura 1-** Representação Esquemática da Hierarquia das Leis Ambientais do Brasil.



Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

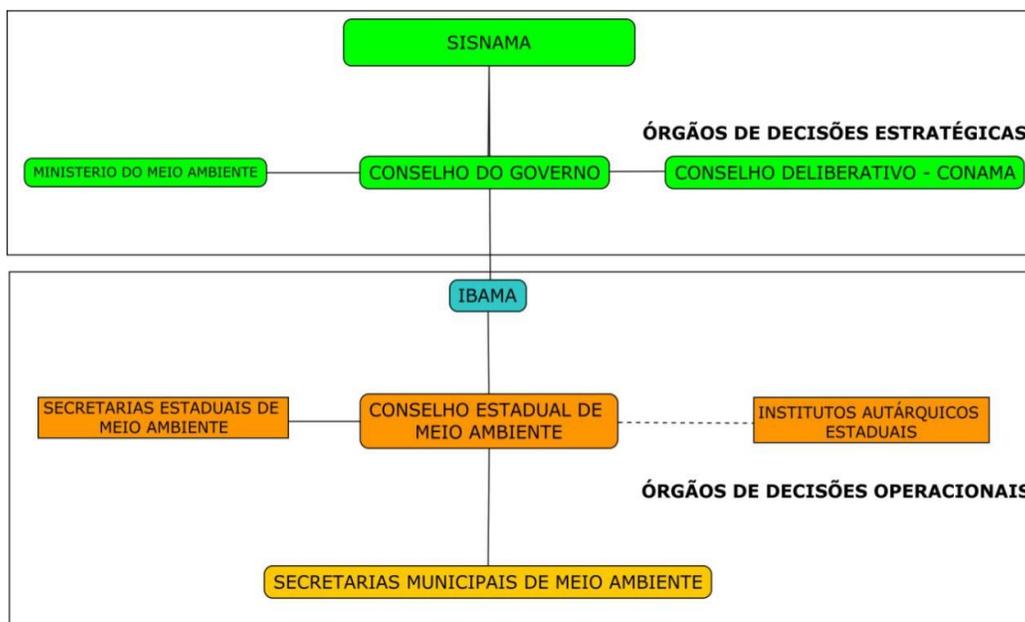
Como bem mostra a figura anterior, a Legislação Florestal Brasileira é vinculada a Legislação Ambiental Brasileira que por consequência é amparada pela magna lei da República Federativa do Brasil – A Constituição Federal Brasileira (CFB). O Código

Florestal integra um conjunto de instrumentos jurídicos que versam sobre o monitoramento e proteção dos recursos florestais a exemplo de portarias advindas de órgãos ambientais (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos – IBAMA e Secretarias Estaduais de Meio Ambiente e Sustentabilidade – SEMAS), resoluções de órgãos deliberativos (Sistema Nacional de Meio Ambiente – SISNAMA e Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA) e decretos e leis promulgados pelo Ministério do Meio Ambiente e poder executivo federal.

O conjunto de normas jurídicas é fundamental na implementação e execução das Políticas Ambientais e asseguram o maior rigor no cumprimento das leis perante as ações pontuais de fiscalização da floresta (MARIGA; RUSCHEINSKY, 2017). As leis serviram como base para a política considerada um marco para as leis ambientais brasileiras – a Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA) (Lei nº 6.938 de 1981). Com a instituição dessa lei, a vegetação nativa passou a ser vista como um bem jurídico e ambiental, onde ficaram estabelecidos os princípios sobre ações governamentais para manutenção do equilíbrio ecológico; racionalização do uso do solo; fiscalização dos recursos ambientais; recuperação de áreas degradadas, entre outros (BRASIL, 1981; AHRENS, 2003).

As principais políticas e ações governamentais federais estão a cargo do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) (Lei nº 7.735 de 1989) e no âmbito estadual estão sob o controle das Secretarias de Estado de Meio Ambiente e Sustentabilidade (SEMAS) e de autarquias estaduais. Sobre os órgãos ambientais, existem aqueles voltados ao planejamento e organização de estratégias voltadas a formulação de políticas e diretrizes a serem seguidas pelos órgãos executores, enquadrados no segundo plano de atuação do governo a partir de programas, projetos e controle das atividades pontuais (Figura 2).

**Figura 2-** Estrutura organizacional dos Órgãos Ambientais do governo em relação a decisões estratégicas e operacionais.



Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Percebe-se um sistema bem estruturado e com uma hierarquia definida para a implementação de ações direcionadas pelas políticas públicas e que refletem sobre o meio ambiente. Os órgãos presentes nessa estrutura organizacional conversam entre si diante de suas atribuições no âmbito federal, estadual e municipal, e esse fluxo visa permitir a tramitação das informações, gestão do volume de dados ambientais e competências no gerenciamento dos recursos naturais.

O SISNAMA e o CONAMA são responsáveis pela tomada de decisões estratégicas para atuação no combate ao desmatamento e outros crimes ilegais (descarte de resíduos e dejetos em rios, comercialização e caça de animais selvagens e contrabando de espécies da flora brasileira) e se sobrepõem ao IBAMA, órgão executor do governo de planos e operações sobre as áreas florestais. As secretarias estaduais e municipais (seccionais) são ligadas ao IBAMA enquanto as autarquias descentralizadas são autônomas e costumam ter suas próprias normas de proteção e regulamentação de áreas florestais balizados pelas ações do órgão federal.

Mesmo diante da estrutura burocrática e funcional dos órgãos, o fenômeno do desmatamento continua sendo um grande desafio a ser contido e na primeira década do ano 2000 ficou evidente a emergência crônica imposta por esse fenômeno. Dados do PRODES/INPE mostraram que em 2004, o desmatamento alcançou taxas extremas com quase

12.000 mil km<sup>2</sup> de áreas desmatadas no Estado de Mato Grosso, 8.000 mil km<sup>2</sup> de áreas desmatadas no Estado do Pará e quase 28.000 km<sup>2</sup> contabilizados para a Amazônia Legal. Diante disso, o governo federal através do Programa Plurianual (2004 – 2007) e do Plano Amazônia Sustentável – PAS do governo do então presidente Luís Inácio Lula da Silva implementou o PPCDAm (BRASIL, 1989; BRASIL, 2004).

Este plano deu prioridade à viabilização de um novo modelo de desenvolvimento na região amazônica, que a princípio, teve três grandes eixos temáticos: i) Ordenamento Fundiário e Territorial (ações emergenciais que incluíram o combate à grilagem de terras públicas, a criação de novas unidades de conservação tanto de uso sustentável como de proteção integral); ii) Monitoramento e Controle Ambiental (implantação do sistema integrado de “alerta” que permitiu em tempo quase real a detecção, através de imagens de satélite, do desmatamento – o chamado Sistema DETER – Detecção do Desmatamento em Tempo Real) e iii) Fomento às Atividades Produtivas Sustentáveis (capacitação de mão de obra com ênfase no manejo florestal e agricultura intensiva) (MELLO; ARTAXO, 2017).

A primeira fase (2004 – 2008) do plano teve as seguintes diretrizes de combate ao desmatamento: 1) valorização da floresta para fins de conservação e uso sustentável; 2) recuperação de áreas degradadas; 3) ordenamento fundiário e territorial priorizando o combate à grilagem de terras públicas; 4) aprimoramento dos instrumentos de monitoramento, licenciamento e fiscalização do desmatamento; 5) fomento às atividades de uso sustentável e de uso intensivo de áreas agrícolas; 6) gestão descentralizada e compartilhada de políticas públicas entre União, estados e municípios; e 7) participação ativa dos diferentes setores interessados da sociedade amazônica na gestão das políticas (PPCDAM, 2013).

Nesta primeira fase, o PPCDAm auxiliou na criação de cerca de 480 mil km<sup>2</sup> de unidades de conservação, o que elevou a proporção de áreas protegidas de 28% para 38% da Amazônia Legal. Até o ano de 2008, o desmatamento apresentou uma queda expressiva, onde grande parte desse cenário ocorreu devido a cinco fatores importantes: 1) Restrição do crédito rural – Resolução do Conselho Monetário Nacional nº 3.545 de 2008; 2) Lista de municípios que mais desmatam na Amazônia; 3) Lista de áreas embargadas – Publicação pelo IBAMA da lista dos imóveis rurais e dos proprietários desmatadores; 4) Responsabilização da cadeia produtiva da carne através da regulamentação da Lei de Crimes Ambientais e 5) Fortalecimento das operações de fiscalização (por exemplo, a operação Arco de Fogo) (PPCDAM, 2013).

A segunda fase do PPCDAm (2009 – 2011) trouxe algumas mudanças a fim de proporcionar maior clareza na análise das relações de causalidade do desmatamento

(diferenciação entre causas diretas e indiretas). Essas mudanças foram propostas por Guilherme Abdala, engenheiro agrônomo que avaliou os avanços e dificuldades do PPCDAm. Na segunda fase do PPCDAm, iniciou no âmbito estadual o PMV que teve como meta a redução de mais de 80% do desmatamento no estado do Pará até 2020, estabelecendo um crescimento de, no mínimo, 50% de inscrições no Cadastro Ambiental Rural – CAR até 2012 (MELLO; ARTAXO, 2017; PMV, 2013).

Na segunda fase medidas importantes foram tomadas para otimizar o combate ao desmatamento na Amazônia: concessão de crédito a partir de mecanismos de controle por parte dos órgãos ambientais, instituição da Operação Arco Verde, integração entre as ações federais e estaduais na execução de projetos de cooperação técnica, a exemplo do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD) e captação de recursos financeiros da Noruega na prevenção e combate ao desmatamento e formulação de pactos setoriais como o Pacto pela Valorização da Floresta e pelo Fim do Desmatamento na Amazônia Brasileira (MELLO; ARTAXO, 2017).

Posteriormente, a terceira fase do PPCDAm (2012 – 2015) entrou em vigor apresentando um novo cenário do desmatamento na Amazônia. Mello e Artaxo (2017) citam que o padrão do desmatamento apresentou mudanças nesta nova fase, onde a maior parte desse fenômeno encontrava-se abaixo do limiar de detecção do DETER. A redução na área dos polígonos e a sua dispersão (pulverização) aumentaram o custo da fiscalização pelos órgãos ambientais. Ao mesmo tempo, limitou os recursos humanos utilizados e aumentou o dispêndio orçamentário para as atividades fiscalizadoras.

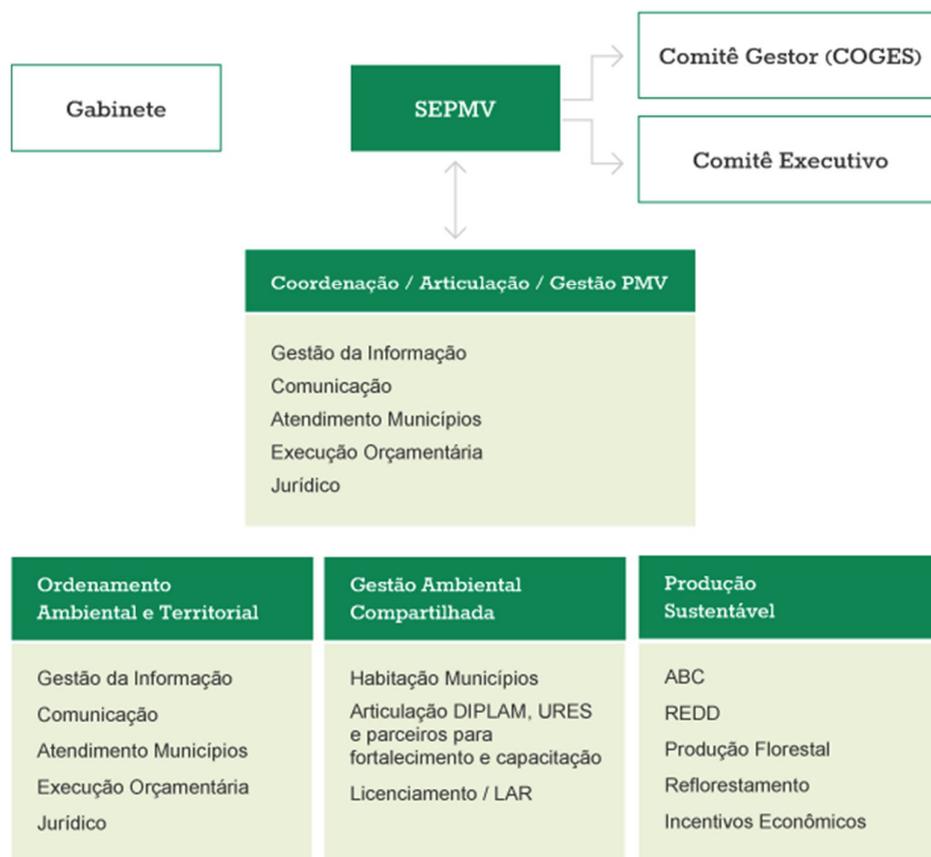
Atualmente, o PPCDAm está na sua quarta fase de execução (2016 – 2020), propondo um novo eixo para reunir os esforços de elaboração de normas e de instrumentos econômicos, fiscais e tributários que possam contribuir para o combate ao desmatamento – o eixo Instrumentos Normativos e Econômicos que perpassa pela ampliação ao acesso ao crédito para as atividades de manejo florestal sustentável; captação de recursos junto ao mercado financeiro pelo setor produtivo sustentável através de títulos verdes e compras seguindo critérios de preferência por madeira certificada (MELLO; ARTAXO, 2017).

Em suma, o PPCDAm tem sido uma política de grande impacto sobre a redução do desmatamento na Amazônia. Apesar da redução dos recursos destinados para esse plano nos últimos dois anos (queda de mais de 50% dos recursos em 2016 e 2017), as ações governamentais ainda são fundamentais para a manutenção das áreas de floresta densa (INFOAMAZÔNIA, 2018).

### 1.4.2 Gestão Ambiental e evidências das causas do Desmatamento na Amazônia

O Estado do Pará tem assumido compromissos com o MMA que visavam, no geral, controlar o desmatamento via PMV para fins de melhoria nos processos de regularização fundiária, controle do desmatamento e redução dos custos com licenciamento. Todas essas medidas evidenciam a importância da parceria entre o governo federal, governo estadual, organizações públicas, municípios, setor privado e organizações não governamentais para dinamizar as economias locais nos moldes sustentáveis. Essas parcerias configuram um sistema de governança e gestão ambiental (COSTA; FLEURY, 2015) (Figura 3).

**Figura 3-** Estrutura de Governança do PMV no Estado do Pará.



Fonte: Site Oficial do PMV/PA (2018).

A Secretaria Executiva do PMV conta com a participação de um Comitê Executivo que é integrado por organizações governamentais e não governamentais, a exemplo do IBAMA; Sindicato dos Produtores Rurais de Paragominas (SPRP); Ministério Público Federal (MPF); Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia (IMAZON); The Nature

Conservancy (TNC), além de órgãos estaduais como a Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado do Pará (EMATER/PA) e IDEFLOR bio (PMV, 2013).

O Comitê Gestor é composto por 21 integrantes (dez representantes do poder público e 11 da sociedade civil), que auxiliam nas ações de comando, controle e divulgações de informações sobre áreas críticas de desmatamento. Por fim, na base da estrutura do PMV se encontram os três eixos de atuação do qual o programa desenvolve suas ações nos municípios: Ordenamento Ambiental e Territorial, Gestão Ambiental Compartilhada e Produção Sustentável. Esses eixos foram incorporados com base no plano federal do PPCDAm (Ordenamento Fundiário e Territorial, Monitoramento e Controle Ambiental e Fomento às Atividades Produtivas Sustentáveis) e, portanto, procura seguir os mesmos princípios estratégicos (PMV, 2013).

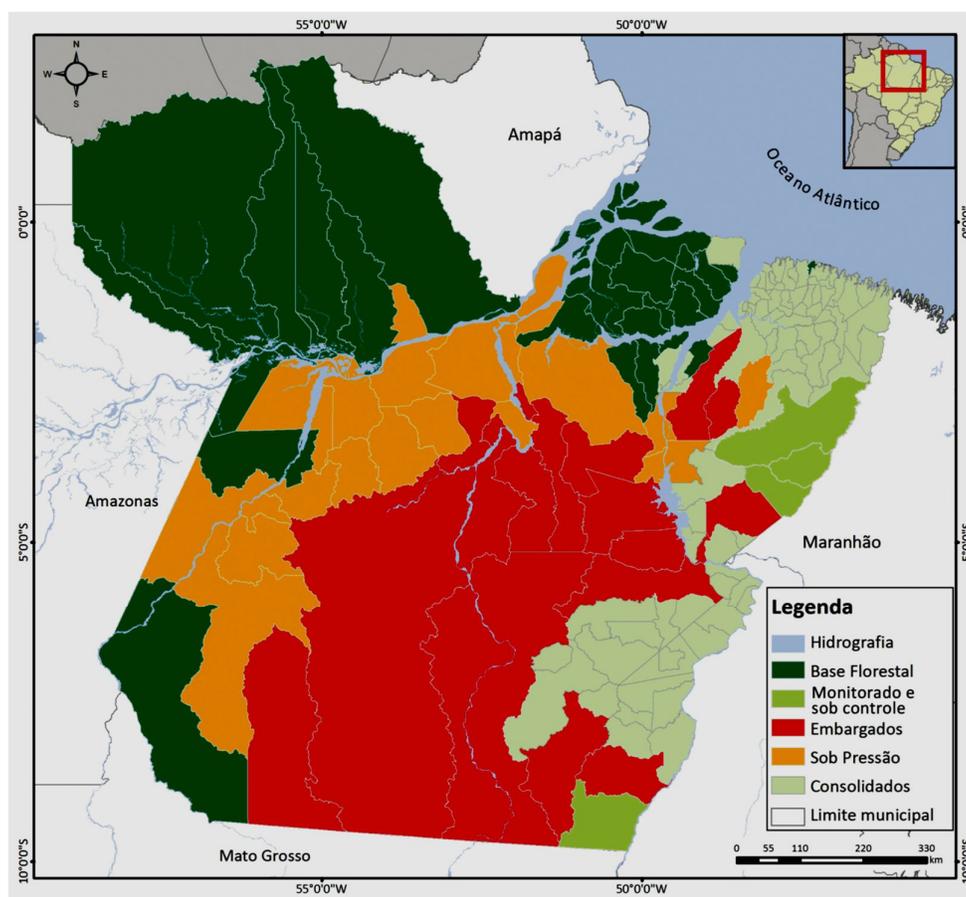
O PMV vem se consolidando no Estado do Pará e sua gestão ambiental sobre os municípios traz consigo o conceito de Governança Ambiental que versa sobre a maior integração entre a esfera governamental, instituições não governamentais e sociedade civil que juntas, visam equacionar o desenvolvimento sustentável local com melhorias econômicas e sociais nos municípios abrangidos pelo programa. O modelo de Governança Ambiental ganhou força nos municípios da Amazônia a partir da Conferência da Rio+20 (2012) em virtude da necessidade de implantação de modelos de desenvolvimento que abranjam práticas sustentáveis diante do crescimento do agronegócio e da saturação de recursos humanos e financeiros do poder público em promover políticas para deter o fenômeno do desmatamento (JABOBI; SINISGALLI, 2012).

Jabobi e Sinisgalli (2012) mencionam que o conceito de Governança vem se difundindo desde os anos de 1980 com aplicações na gestão empresarial e versa sobre o compartilhamento de objetivos entre o público e o privado em ações, intervenções e controle de processos comuns entre diferentes atores sociais. A partir dessa referência maior, a Governança Ambiental procura articular ações voltadas ao meio ambiente, integrando órgãos ambientais, prefeituras, produtores rurais, empresários e comerciantes na busca da sustentabilidade das suas atividades produtivas (KOOIMAN, 1993; JABOBI; SINISGALLI, 2012).

O programa classifica os municípios em cinco categorias: 1) “Embargados” que são aqueles que figuram na lista dos que mais desmatam na Amazônia, de acordo com a lista divulgada pelo MMA; 2) “Sob Pressão” referente aos municípios com alto risco de desmatamento devido estar situados próximos a grandes projetos de infraestrutura; 3) “Consolidados” que possuem médio risco de desmatamento, com menos de 60% de cobertura

vegetal em 2010, onde o foco principal é a inserção no CAR; 4) “Base Florestal” que representam aqueles com baixo risco de desmatamento e que possuíam mais de 60% de sua área com cobertura vegetal em 2010 e com baixas taxas de desmatamento e por fim, 5) “Monitorados e Sob Controle” correspondente aos municípios “verdes” que já cumpriram as metas estipuladas pelo Comitê Gestor. O objetivo de todos os municípios participantes do programa é chegar à categoria de “Monitorados e Sob Controle” e assim, ser considerado um município verde (PMV, 2013) (Figura 4).

**Figura 4-** Categorias do PMV em relação aos municípios do Estado do Pará até o ano de 2013.



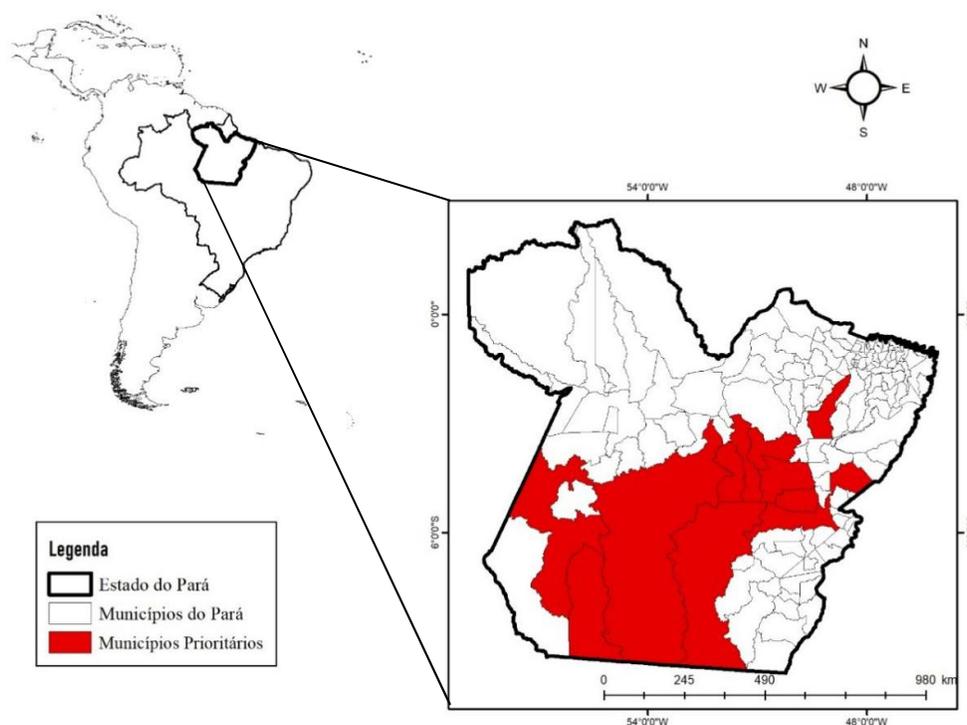
Fonte: Programa Municípios Verdes: lições aprendidas e desafios para 2013/2014 (2013).

Os municípios embargados e que configuram a lista dos mais desmatadores estão localizados em sua maioria ao Sul e Sudeste do Estado do Pará e possuem extensas áreas, o que dificulta o monitoramento e fiscalização dos mesmos. Bizzo e Farias (2017) informam que atualmente 14 municípios do Pará estão enquadrados nesta categoria (Figura 5), sendo os

municípios de Portel e Itaituba inseridos mais recentemente entre os embargados. No geral, a primeira lista, formalizada pela Portaria MMA nº 28 de 2008, constavam 35 municípios.

Em 2009, por meio da Portaria MMA nº 102 de 2009, oito municípios foram adicionados aos mais desmatadores, em seguida, no ano de 2010, com a Portaria MMA nº 67 de 2010, foi retirado da lista o município de Paragominas (PA), em 2011, a Portaria MMA nº 139 de 2011, retirou o município de Querência (MT) e, com a Portaria MMA nº 175 de 2011, incluídos mais sete municípios. Em 2012, após o estabelecimento do PMV no Estado do Pará, quatro municípios foram excluídos da lista (portarias MMA nº 187 de 2012 e nº 324 de 2012) e ingressaram mais dois municípios (Portaria MMA nº 323 de 2012). Em 2013, foram excluídos dois municípios (Portaria MMA nº 412 de 2013). Finalmente, em 2017 (Portaria nº 361 e nº 362 de 2017) oito foram incluídos (entre eles Portel e Itaituba) e 10 retirados da lista.

**Figura 5-** Municípios mais desmatadores e embargados do Estado do Pará segundo o MMA a critério do PMV em 2018.



Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Alguns municípios categorizados como “Sob Pressão” com alto risco de desmatamento em virtude dos investimentos em infraestrutura e aumento das atividades agropecuárias no início do PMV, hoje se encontram na lista de embargados (Itaituba, Portel e Anapú). Esses municípios assim como outros do Estado do Pará e Amazônia são alvos das

políticas de priorização que está no âmbito da Governança Ambiental e municipal. A política de priorização tem sido uma iniciativa do governo federal em proporcionar a apoiar os governos municipais a se engajarem nas políticas de redução do desmatamento da Amazônia. O temor do município em entrar na lista dos mais desmatadores também é um gatilho para que as prefeituras realizem ações no sentido de prevenir maiores danos ambientais e isso, com apoio das ONGs e das comunidades locais (BIZZO; FARIAS, 2017).

O município desmatador é alvo frequente de fiscalização com grande possibilidade de ter milhares de hectares de terras embargadas pelos órgãos fiscalizadores além dos autos de infração que resultam em milhões de multas. Esses impactos negativos reverberam sobre os grandes fazendeiros e latifundiários que tem ligação com o agronegócio e não desejam ter restrições econômicas a sua produção, além do fato de ver seus nomes manchados com a péssima reputação diante do mercado agropecuário. A adesão completa dos 144 municípios do Estado do Pará com pelo menos 80% das propriedades rurais legalizadas através do CAR continuam sendo um dos grandes objetivos do programa que, durante sua execução, vem estimulando cada vez mais a gestão ambiental e controle do fenômeno do desmatamento (BIZZO; FARIAS, 2017).

O desmatamento pode ser descrito como a remoção de árvores de um sítio florestal e à conversão de terras para outro uso, na maioria das vezes agricultura (VAN KOOTEN; BULTE, 2000). Este fenômeno é um fato recorrente nos municípios da Amazônia e atualmente vem sendo combatido através de políticas ambientais de âmbito federal (PPCDAm) e estadual como o PMV. Diversas pesquisas têm buscado entender as causas do desmatamento ilegal a partir de aplicações empíricas que versam sobre o levantamento de dados e análises estatísticas para estimar a dimensão do desmatamento e os vetores que influenciam esse fenômeno. São multianálises que agregam escalas temporais e espaciais a fim de verificar os principais vetores do desmatamento.

Trabalhos relevantes considerados marcos científicos para a temática do desmatamento foram desenvolvidos nos anos de 1990. Para determinar as causas do desmatamento, Arellano e Bond (1991), baseando-se no artigo seminal de Granger (1969), obtiveram evidências empíricas da relação entre o desmatamento e variáveis explicativas da agropecuária como: Área Ocupada, Culturas Permanentes, Culturas Temporárias, Rebanho Bovino e Densidade Bovina. Os autores também se utilizam de variáveis socioeconômicas como: Crédito Agrícola, Educação de Adultos e Densidade Demográfica.

Em Mendelsohn (1994) foi discutido o fato do desmatamento ilegal nas florestas tropicais terem atingido altas taxas após a Segunda Guerra Mundial, sendo superiores as taxas

ocorridas em florestas temperadas. Para tanto, o autor explorou a contribuição dos direitos de propriedade sobre o desmatamento. Logo, um modelo de comportamento de fronteira foi desenvolvido a fim de compreender as consequências das restrições de propriedade e do controle exercido pelos donos de estabelecimentos agropecuários ao desmatamento através de diversas variáveis como o preço dos produtos agrícolas, despesas de transporte e a distância até os portos.

Mais adiante, Kaimowitz e Angelsen (1998), em pesquisa envolvendo 150 modelos do desmatamento em florestas tropicais, definiram o desmatamento como a “remoção completa e no longo prazo da cobertura de árvores”. Ao mesmo tempo, os autores sustentam a refutação de três teses importantes: i) os modelos oferecem pouco suporte para a tese do crescimento populacional como uma das forças que explicam o desmatamento; ii) a relação entre pobreza e desmatamento também parece ter pouca evidência empírica e iii) a tese defendida pelo Banco Mundial de que o crescimento econômico, juntamente com a remoção das distorções de mercado, seria bom para pessoas e para as florestas.

Pfaff (1999) procurou verificar os determinantes do desmatamento na Amazônia a partir de um modelo de uso ideal da terra. O método empregado pelo autor estimou uma equação de desmatamento através de dados municipais para o período de 1978 a 1988. As informações para o modelo incluíram dados de satélite, o que na época (década de 1990), representou um grande avanço científico, permitindo uma visualização minuciosa dos impactos sobre a área estudada. Nesta pesquisa, foi mostrado evidências de que o aumento da densidade populacional ao longo de estradas vicinais elevou o desmatamento em municípios da Amazônia e que projetos de desenvolvimento regional subsidiados pelo governo tendem a aumentar o desmatamento.

A partir dos anos 2000, novas evidências têm caracterizado as causas do desmatamento na Amazônia Brasileira como Geist e Lambin (2001 e 2002) que investigaram as *causas próximas* do desmatamento. Esses autores relacionam o desmatamento a três categorias distintas: expansão das pastagens e áreas agrícolas, extração de madeira e expansão da infraestrutura. Tais mudanças do uso do solo são dirigidas por processos econômicos que as sustentam a prática de atividades econômicas que envolvem uso e modificação da terra através da exploração dos recursos naturais (água, madeira, solo entre outros). Esses processos que geram o desmatamento são chamados pelos autores de *causas subjacentes* e estão associadas a mudanças no cenário espacial de determinada região como a urbanização e fatores estruturais, culturais e institucionais.

Neste sentido, modelos econométricos (Quadro 1) são usualmente aplicados para demonstrar os efeitos das atividades de uso da terra sobre o desmatamento como a pecuária bovina (RIVERO *et al.*, 2009); cultivos agrícolas com relevante contribuição da soja (HARGRAVE; KIS-KATOS, 2011) e implicações sobre o programa de Redução das Emissões por Desmatamento e Degradação florestal – REDD (HERES *et al.*, 2013) dentre outras evidências. Ao mesmo tempo, a intensificação do monitoramento via sensoriamento remoto a partir do uso de metodologias e recursos tecnológicos (Programa de Cálculo do Desflorestamento da Amazônia – PRODES e Sistema de Detecção de Desmatamentos em Tempo Real – DETER) tem melhorado a aplicabilidade das leis ambientais (ASSUNÇÃO *et al.*, 2013; ASSUNÇÃO *et al.*, 2015).

A escolha do modelo e a forma de organização dos dados são muito importantes na técnica econométrica, principalmente no que se refere a componente aleatória, que não é observável e imprevisível. Um dos objetivos da modelagem é minimizar os erros atribuídos a variável aleatória juntamente com a variância que se traduz na dispersão dos dados, pois quanto mais aninhados às observações em torno da tendência dependente, melhor é a especificação do modelo. Os dados, em sua maioria, podem ser coletados de acordo com o nível de agregação (micro ou macro), representando fluxo ou estoque e ter caráter quantitativo ou qualitativo que juntos, podem ser organizados em séries temporais (no inglês, *time series*), cortes transversais (no inglês, *cross-section*) ou painel de dados (no inglês, *panel data*) de acordo com a coleta e abordagem estatística envolvida (HILL *et al.*, 2003).

**Quadro 1-** Background dos principais estudos realizados a partir de técnicas econométricas para determinar as causas do Desmatamento.

Autor	Ano	Título	Escala do Objeto	Modelo Empregado	Organização dos dados	Principais Resultados
ARELLANO, M.; BOND, S.	1991	Some tests of specification for panel data: Monte Carlo evidence and Application to Employment Equations	140 empresas, Reino Unido.	Modelo Dinâmico em painel por GMM.	painel de dados	Os estimadores GMM e os testes de correlação serial tiveram bom desempenho para a aplicação.
MENDELSON, R.	1994	Property Rights and Tropical Deforestation	Propriedades privadas do Norte da Europa	Modelo de controle da propriedade das terras	seção-cruzada	Evidenciado uma insegurança sobre o direito de propriedade em relação ao desmatamento.
TANAKA, S.; NISHII, R.	1997	A model of deforestation by human population interactions	Floresta Temperada, Hiroshima, Japão.	Equações Diferenciais seguida de avaliação de critério de Akaike e Bootstrap.	seção-cruzada	Seleção do modelo B pelo AIC e comprova a pressão da população humana sobre a floresta.
PFAFF, A. S. P.	1999	What Drives Deforestation in the Brazilian Amazon? Evidence from Satellite and Socioeconomic Data	506 municípios em 1991 da Amazônia, Brasil.	Modelo Pooled (dados empilhados com intercepto e parâmetros sem variação no tempo)	dados empilhados	Relação positiva entre desmatamento e estradas pavimentadas, mercados regionais e projetos SUDAM; e negativamente relacionadas à densidade pluvial, distância de mercado nacional e área de cerrado.
ANSELIN, L.	2002	Under the hood Issues in the specification and interpretation of spatial regression models	Revisão de literatura	Modelo Dinâmico em painel.	painel de dados	Apesar dos modelos implicarem em diferentes estruturas de correlação espacial, nem sempre os resultados estimados são compatíveis com a teoria econômica.
SCRIESIU, S. S.	2007	Can economic causes of tropical deforestation be identified at a global level?	50 países	Modelo dinâmico em painel (Ln).	painel de dados	Os estimadores OLS podem gerar erros com erros-padrão tendenciosos. Mesmo assim, o modelo empírico pode capturar os efeitos das variáveis explanatórias sobre o desmatamento e tecnologias como satélites podem otimizar os resultados.
AGUIAR <i>et al.</i>	2007	Spatial statistical analysis of land-use determinants in the Brazilian Amazonia: Exploring intra-regional heterogeneity	5582 células (25kmx25km), Amazônia	Modelo de Regressão Linear Múltipla (Espacial e não espacial).	cross-section	Os fatores espaciais demonstram ser significativos em relação ao uso da terra.
RIVERO <i>et al.</i>	2009	Pecuária e desmatamento: uma análise das principais causas diretas do desmatamento na Amazônia	782 municípios, Amazônia, Brasil.	Modelo de Regressão Linear Múltipla (MQO).	painel de dados	A pecuária bovina está fortemente associada com o desmatamento da Amazônia, sendo sua causa imediata.

## Continuação

DINIZ <i>et al.</i>	2009	Causas do desmatamento da Amazônia: uma aplicação do teste de causalidade de Granger acerca das principais fontes de desmatamento nos municípios da Amazônia Legal brasileira	445 municípios, Amazônia, Brasil.	Modelo Dinâmico em painel	painel de dados	Causalidade bidirecional entre o desmatamento e todas as cinco variáveis de referência desse grupo pesquisado.
FÉRES, J.; REIS, E.; SPERANZA, J.	2010	Climate change, land use patterns and deforestation in Brazil.	Regiões, Brasil.	Modelo de Equações Simultâneas.	cross-section	A mudança climática pode influenciar a conversão significativa de floresta em pastagem e isso aumenta a pressão de desmatamento na região amazônica.
HARGRAVE, J.; KIS-KATOS, K.	2011	Economic causes of deforestation in the Brazilian Amazon: A panel data analysis for the 2000s	457 municípios, Amazônia, Brasil.	Modelo Dinâmico em painel.	painel de dados	O cultivo de soja e políticas ambientais foi bem correlacionado com o desmatamento.
HERES, D. R.; ORTIZ, R. A.; MARKANDYA, A.	2013	Deforestation in Private Lands in Brazil and Policy Implications for Redd Programs: An Empirical Assessment of Land use Changes within Farms using an Econometric Model	5.564 municípios, Brasil.	Modelo de Regressão Linear Múltipla (MQO)	cross-section	O aumento da alocação de terras para usos agrícolas aumenta o desmatamento com impactos do programa REDD nas propriedades privadas.
AMIN <i>et al.</i>	2014	A spatial econometric approach to spillover effects between protected areas and deforestation in the Brazilian Amazon	Áreas de Proteção, Amazônia, Brasil.	Modelo de Equações Simultâneas	cross-section	Inter-relação negativa entre desmatamento e criação de áreas protegidas.
ASSUNÇÃO, J.; GANDOUR, C.; ROCHA, R.	2015	Deforestation slowdown in the Brazilian Amazon: prices or policies?	380 municípios, Amazônia, Brasil.	Modelo em Painel	painel de dados	Políticas de conservação contribuíram para redução do desmatamento e os preços tem relação significativa com o desmatamento.
ADETOYE, A. M.; OKOJIE, L. O.; AREKELE, D.	2018	Forest carbon sequestration supply function for African countries: an econometric modelling approach	19 países, SSA, África.	Modelo de Regressão Linear Múltipla (Ln)	série temporal	A função custo de sequestro de carbono entre os países africanos dependem da oferta de sequestro de carbono e a mudança positiva no uso da terra deve ser encorajada entre os países da África, (particularmente na Nigéria, com o menor custo marginal do sequestro de carbono).
LIMA, T. C.; RIBEIRO, S. C.; SOARES-FILHO, B.	2018	Integrating Econometric and Spatially Explicit Dynamic Models to Simulate Land Use Transitions in the Cerrado Biome	1.204 municípios, 10 estados, Cerrado, Brasil.	Modelo de Dependência Espacial EGO.	cross-section	Os resultados mostraram menor probabilidade de desmatamento dentro de áreas protegidas e terras indígenas e a simulação indica as áreas que precisam ser continuamente monitorados para evitar o desmatamento ilegal.

Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Para estimativas em relação às políticas ambientais, que é o escopo do presente trabalho, modelos de escolha do agricultor (maximização da produção) na demanda por terras agrícolas e sua resposta perante o aumento das políticas ambientais mostrou-se adequado para determinar o movimento de queda do desmatamento em Assunção *et al.* (2015). Essa análise foi realizada a partir de um painel de dados entre os anos de 2002 a 2009, configurando uma visão espacial e temporal das observações diante das políticas ambientais implantadas na Amazônia.

Os modelos de escolha binária como *Logit* e *Probit*, que definem a propensão dos agentes em abdicar ou demandar serviços tendem a ser eficazes para estimativas de probabilidade de adesão às políticas ambientais, as quais podem estar ligadas a variação (crescimento ou decréscimo) do desmatamento. Em Uhr *et al.* (2012), por exemplo, foi investigado a propensão dos atores envolvidos no governo de serem favoráveis ou não à adição de RLS, e isto, contraposto as variáveis explicativas (Bancada Ruralista, Lealdade ao Governo, Porcentagem de terra agricultável que é coberta por floresta nativa, Renda per capita, ONGs Ambientais, Mídia entre outras).

#### 1.4.3 Técnicas de Avaliação das Políticas Públicas

As políticas públicas de caráter ambiental podem ser avaliadas no âmbito do monitoramento da cobertura terrestre e do impacto de suas medidas sobre determinada variável resposta. Segundo Gertler *et al.* (2016), em publicação do Banco Mundial, os programas e políticas são elaborados para alterar resultados como, por exemplo, aumentar a renda, melhorar o aprendizado ou reduzir cenários negativos como pobreza e desigualdade. As avaliações de políticas perpassam pela análise de dados estatísticos que buscam aperfeiçoar a prestação de contas, determinar a alocação orçamentária e orientar a tomada de decisões por parte dos governantes (GERTLER *et al.*, 2016).

Draibe (2001) entende que a política pode ser analisada e avaliada de maneira temporal, perfazendo uma distinção entre dois tipos: avaliação *ex ante* (prospetiva) e avaliação *ex post* (retrospectiva). As avaliações *ex ante*, ocorrem durante a fase de formulação e preparação da política, produzindo orientações, parâmetros e indicadores adequados para implementação do projeto. Já as avaliações *ex post* são feitas durante a execução da política ou ao término dela e buscam verificar o grau de eficiência e eficácia da política no âmbito de seus objetivos e da efetividade no âmbito dos resultados.

A percepção da política se dá a partir de levantamento e processamento de dados que geram evidências de como ela está sendo executada e, sobre isso, Gertler *et al.* (2016) afirma que os dados podem auxiliar em análises de avaliação de impacto. A avaliação pode fomentar bases para reforçar a prestação de contas, a inovação e o aprendizado.

A teoria de avaliação segundo Chelimsky (1997) perpassa por três perspectivas que são: *accountability* – realizada por auditores, órgãos governamentais, financiadores de projetos internacionais e órgãos de fomento e tem o caráter mais técnico; *knowledge* – feita para gerar conhecimento e explicações a partir de estudos oriundos de pesquisadores independentes em universidades, tendo o caráter mais científico e a *developmental* – perspectiva de caráter científico que funciona como ferramenta diretiva para o estabelecimento de uma agenda de pesquisa na instituição científica a fim de recomendar mudanças e desenvolver indicadores e metas de desempenho que impactam na efetividade dos programas (CHELIMSKY, 1978 e 1997).

As perspectivas de avaliação foram propostas a partir de um simpósio organizado pela The MITER Corporation, em parceria com o National Institute of Law Enforcement and Criminal Justice (NILECJ). Neste evento, foram discutidos teorias e métodos de avaliação de políticas pelas Agências Federais e reuniu diversas autoridades governamentais (Departamento de Comércio, Departamento do Trabalho, Agência de Proteção Ambiental entre outras) nos Estados Unidos.

De modo geral, os métodos de avaliação geralmente são norteados pela relação dual de causa e efeito, onde a causalidade determina as metodologias que podem ser usadas. Para poder estimar o efeito causal ou o impacto de um programa nos resultados, o método de avaliação de impacto deve estimar o chamado *contrafactual*, ou seja, o que teria ocorrido como resultado aos participantes do programa se a política não tivesse sido implementada (GERTLER *et al.*, 2016).

O estudo de impacto do presente trabalho versa sobre uma análise da eficácia do programa político, onde é discutido o *contrafactual* e comparações antes e depois dos chamados participantes e não participantes do programa. Diante disso, alguns métodos vêm sendo empregados com o uso das variáveis instrumentais. Essas variáveis permitem estimações consistentes contrapondo variáveis explicativas com as dependentes na busca de uma correlação com os termos de erro de regressão. A partir da escolha das variáveis instrumentais, por exemplo, é possível calcular a relação através da chamada Regressão Descontínua (no inglês, *Regression Discontinuity Design*) (THISTLETHWAITE; CAMPBELL, 1960). Esse tipo de regressão foi introduzido nas pesquisas de avaliação de

impacto com o intuito de determinar as inferências causais dos experimentos (GERTLER *et al.*, 2016).

No campo da literatura de avaliação de impacto, Imbens e Zajonc (2008) discutem o uso da regressão descontínua na exploração de relações causais, onde a probabilidade de mudanças no tratamento é descontínua se uma covariável escalar exceder um corte temporal. Ao mesmo tempo, os autores consideram que o tratamento dos dados é complexo e dependem de um vetor de covariáveis.

Salinas e Solé-Ollé (2009), em um estudo realizado na Espanha, detectaram com o uso da descontinuidade que a descentralização das políticas educacionais teve um impacto positivo sobre o desempenho dos alunos. No mesmo sentido, Lee e Lemieux (2010) a partir de exemplos empíricos analisam a teoria que versa sobre o uso da regressão descontínua em pesquisas, suas vantagens e desvantagens e importância na avaliação das políticas. Mais recentemente, um estudo brasileiro realizado por Teixeira e Balbinoto Neto (2016) avaliou empiricamente a influência do Programa Brasileiro de Seguro-Desemprego sobre o salário de reinserção dos seus beneficiados usando uma regressão com descontinuidade (simulação *Probit*) para obtenção do *Propensity Score*.

O escore de propensão ou *propensity score* é o resultado da simulação binária e que pode ser avaliada a partir da regressão de descontinuidade. O escore de propensão foi desenvolvido pela primeira vez por Rosenbaum e Rubin (1983) que na época, propuseram o escore de propensão como a probabilidade de êxito condicional de se atribuir um tratamento a um dado vetor a partir de determinadas covariáveis. No seu artigo seminal, os autores dizem que as aplicações do escore de propensão incluem: i) a combinação da amostragem no escore de propensão perfazendo uma generalização do pareamento, ii) ajustamento multivariado por subclassificação em escore de propensão estimando efeitos de tratamento e iii) representação visual do ajustamento de covariâncias multivariadas em gráficos bidimensionais.

Além do escore de propensão, técnicas mais recentes como o Controle Sintético (CS) tem sido empregada na avaliação de políticas públicas abordando o uso de variáveis instrumentais que incidem sobre as políticas indicando o impacto sobre unidades tratadas em relação a uma unidade “sintética”, perfazendo o *contrafactual* dos efeitos de uma determinada intervenção política (AMARAL, 2014; GERTLER *et al.*, 2016).

## 1.5 Arcabouço Metodológico da Dissertação

Para avaliar o PMV no Estado do Pará, duas abordagens metodológicas foram utilizadas na presente pesquisa. Para captar os efeitos do PMV sobre os municípios e testar sua eficácia fez-se necessário o uso de informações oriundas de dados de monitoramento florestal com aplicação de modelagem econométrica e uso de técnicas de avaliação de impacto.

Na primeira abordagem, aplicaram-se técnicas econométricas e análise de dados para as áreas de degradação e desmatamento em diferentes padrões de municípios participantes do PMV, entre eles os municípios verdes (controlados) e os demais participantes (não controlados). Para tanto, foram quantificados o padrão de desmatamento para os municípios verdes e municípios ao seu entorno segundo o projeto PRODES para assim, chegar às simulações de causalidade. Posteriormente, foi identificado e mapeado o padrão de degradação incidente nos municípios verdes segundo o sistema DETER bem como as perdas em áreas florestais protegidas. Esse esforço analítico buscou verificar mudanças na cobertura florestal nos municípios verdes e, conseqüentemente verificar os vetores do desmatamento e o efeito da gestão ambiental sobre a manutenção das florestas municipais.

Os dados do PRODES e do DETER são usualmente captados para o monitoramento e acompanhamento das metas estabelecidas pelo PMV. Esse programa considera os dados georreferenciados levantados sobre o desmatamento e que são apoiados pelas técnicas de detecção remota (Sensoriamento Remoto), evidenciando um panorama da dinâmica do uso da terra na Amazônia. O controle do desmatamento versa sobre a manutenção das florestas, principalmente aquelas vinculadas à categoria de proteção integral (terras indígenas e unidades de conservação) (PMV, 2013; FAPESPA, 2017).

A segunda abordagem analisou o PMV a partir de uma estrutura espaço-temporal dos municípios paraenses com a aplicação do método de Controle Sintético (CS) (do inglês, *Synthetic Control*) a fim de avaliar o impacto de uma intervenção política em estudos de caso comparativos. Uma intervenção política, no caso do PMV, nos municípios paraenses pode ser avaliada através da combinação ponderada e agregada de um grupo de regiões (municípios) candidatas a controle. Cada município teria um peso pré-determinado na formação de um município "sintética", aproximando-se as características do município tratado no período pré-programa (ABADIE *et al.*, 2010; BOUTTELL *et al.*, 2018).

Segundo Bouttell *et al.* (2018), muitos estudos têm usado o CS para estabelecer um grupo de controle e um *contrafactual*, minimizando assim, o viés (ou seja, o risco que o efeito observado seja devido a fatores não relacionados a intervenção política). Em suma, através do último método, com o chamado *contrafactual*, foi possível determinar o que teria ocorrido com os municípios se a política ambiental não tivesse sido implementada. Através dessa abordagem pode-se determinar a eficácia do PMV sobre o controle do desmatamento dos municípios participantes.

### 1.5.1 Monitoramento das Florestas e Análise da Gestão Ambiental

Os impactos ambientais na cobertura terrestre são monitorados e estimados através de dados de detecção remota captados por sensores instalados em satélites artificiais e processados computacionalmente em solo. A ciência que analisa esses dados é conhecida como Sensoriamento Remoto (SR) e teve seu marco com o lançamento do primeiro satélite de SR, ERTS-1, renomeado para Landsat 1 em 1972. O lançamento desse satélite deu início às investigações sobre as alterações antrópicas na cobertura terrestre (queimadas, agropecuária, exploração madeireira e desmatamento) que acarretam na perda florestal nos mais variados biomas (FISCH; PONZONI, 1995; MENESES; ALMEIDA, 2012).

O SR é caracterizado como uma ciência que abrange as operações de geoprocessamento. A busca por tecnologias de SR gerou cooperações internacionais entre países como no caso de Brasil e China que em 1988 estabeleceu um importante programa de desenvolvimento de satélites chamado CBERS Program – *China-Brazil Earth Resources Satellite*. Posteriormente em 2004, imagens do sensor MODIS captadas por satélites americanos TERRA e AQUA vinculados ao Programa EOS – *Earth Observation System* começaram a ser utilizadas pelo INPE em um novo Sistema de Detecção de Desmatamento em Tempo Real (DETER) que identifica e mapeia áreas desmatadas em formações florestais na Amazônia (MARTINS; SOUZA FILHO, 2006; EPIPHANIO, 2009; INPE, 2014).

No entanto, a limitada resolução espacial dos sensores WFI do CBERS e MODIS do TERRA levou o INPE a criar o Sistema de Detecção de Desmatamento e Alterações na Cobertura Florestal em Tempo Quase Real (DETER) que se utiliza do sensor AWiFS, do *Indian Remote Sensing Satellite* (IRS) para detecção da perda de cobertura florestal em uma resolução espacial de 56 m. O aumento na resolução permite a detecção da perda de cobertura a partir de uma área de 3 ha, sendo que, grande parte dessa perda está concentrada nas

proximidades de estradas dentre outras obras de infraestrutura (DINIZ *et al.*, 2015; DE MORAES *et al.*, 2015; INPE, 2016; DIAS *et al.*, 2017, SOUZA *et al.*, 2017).

No Estado do Pará, os projetos de monitoramento espacial do INPE são utilizados constantemente para o acompanhamento das metas estabelecidas pelo PMV (Decreto Estadual nº 54 de 2011) que considera dados levantados através do SR. As tecnologias de informação geográfica são úteis principalmente para o monitoramento de regiões remotas e distantes a fim de identificar a ocorrência de desmatamento, incêndios florestais e apoiar na fiscalização ambiental.

Neste sentido, a avaliação do PMV perpassa pela observação e análises dos dados geográficos, que uma vez processados, podem indicar resultados do programa em relação a gestão ambiental e controle do desmatamento nos municípios participantes do programa. Análises da dinâmica da alteração da cobertura florestal nos municípios verdes foram efetuadas a fim de gerar informações sobre a manutenção da cobertura florestal nos municípios e, ao mesmo tempo, identificar possíveis processos de fragmentação florestal nas áreas limítrofes municipais e nas zonas de amortecimento no Estado do Pará.

O mapeamento dos municípios de acordo com a extensão de desmatamento e classes de degradação somada ao uso de métodos econométricos são ferramentas fundamentais para a compreensão da dinâmica e dos vetores do desmatamento no Estado do Pará. O monitoramento florestal tem proporcionado uma maior compreensão dos impactos ambientais e, ao mesmo tempo, criado subsídios para elaboração de políticas ambientais capazes de impedir a degradação total das florestas em determinadas regiões do planeta (ALMEIDA SILVA; BARBOSA, 2014; MONTEIRO, 2015).

### 1.5.2 Aplicação do Controle Sintético na Avaliação do Programa Municípios Verdes

O método do CS visa simular o impacto da política através de um estimador sintético a ser implementado a partir da definição de uma distância entre a unidade de controle sintético e a unidade tratada. O Controle Sintético (CS) proposto no artigo seminal de Abadie e Gardeazabal (2003) e mais tarde por Abadie *et al.* (2010) simula empiricamente um modelo capaz de estimar o impacto de um tratamento quando apenas uma unidade ou território é tratado. A investigação de Abadie e Gardeazabal (2003) versou sobre impacto do terrorismo na economia do País Basco mensurado a partir da criação de um País Basco “sintético”, cujas características eram semelhantes às do verdadeiro País Basco antes do terrorismo.

No período de execução da política, os pesos são usados para formar a trajetória da na região sintética a partir dos valores observados nas regiões controle. Os valores observados se referem a variável “resultado” que indica as características da região sintética. A estimação a ser realizada corresponde à estimação do que teria ocorrido na região de tratamento caso a intervenção não houvesse acontecido. Para tanto, precisamos supor que observemos dados para  $(J + 1) N$  unidades durante  $T \in \mathbf{N}$  períodos de tempo. Além disso, supomos que existe um tratamento que afeta apenas a unidade 1, que na presente pesquisa seria 1 município no período  $T_0 + 1$  a período  $T$  ininterruptamente, onde  $1 \leq T_0 < T$  é um número natural. Sejam  $Y^{Njt}$ , o resultado potencial do que seria observado para a unidade  $j$  no período  $t$  se não houve tratamento para  $j \in \{1, \dots, J + 1\}$  e  $t \in \{1, \dots, T\}$ . Sejam  $Y^{ljt}$  o resultado potencial que seria observado para a unidade  $j$  no período  $t$  se a unidade  $j$  receber o tratamento no período  $T_0 + 1$  a  $T$  e que, segundo Abadie e Gardeazabal (2003) pode ser expresso por:

$$\alpha_{i,j} = Y^{ljt} - Y^{Njt} \quad (1)$$

entre os períodos  $T_0+1$  a  $T$ .

O impacto estimado seria  $\alpha_{i,j}$ , no entanto, antes temos que estimar  $Y^{Nj,t}$ , pois este não é observado. O  $T_0$  deve ser especificado como o primeiro ano em que o programa poderia afetar a variável de interesse para que efeitos de antecipação, caso existente, sejam considerados. Logo, antes de  $T_0$ , supõe-se  $Y^{ljt} = Y^{Njt}$ . Reescrevendo a equação (3), ficará:

$$Y_{jt} = Y^{Nj,t} + \alpha_{i,j} D_{jt} \quad (1.1)$$

Onde  $D_{jt}$  é uma variável *dummy* assumindo os valores 1 se a unidade  $i$  participa do programa no tempo  $t$  ou 0, caso contrário; e  $Y_{jt}$  é o resultado observado para a unidade  $j$  no tempo  $t$ . Além disso, supondo que  $Y^{Nj,t}$  seja dado por um modelo fatorial:

$$Y^{Nj,t} = \gamma_j + \beta_j Z_j + \phi_j \mu_j + \varepsilon_{jt} \quad (1.2)$$

Sendo  $\gamma_j$  um fator comum desconhecido constante através das unidades;  $\beta$  um vetor  $(1 \times r)$  de parâmetros desconhecidos;  $Z_i$  um vetor  $(r \times 1)$  de covariáveis observadas e que não são afetadas pelo programa e podem ou não variar no tempo;  $\phi_j$  um vetor  $(1 \times F)$  de fatores comuns não observáveis;  $\mu_j$  um vetor  $(F \times 1)$  de fatores regionais específicos e desconhecidos e  $\varepsilon_{jt}$  choques transitórios não observáveis com média zero. Os pesos  $W$  (vetor de ponderação) serão definidos como  $W = [w_2 \dots w_{j+1}]$  de  $(j \times 1)$  dimensão, onde  $w_j \geq 0$  para cada  $j \in$

$\{2, \dots, J + 1\}$  e  $\sum_{j=2}^{J+1} w_j = 1$ . Intuitivamente,  $W$  mede a importância relativa de cada unidade de controle no controle sintético da unidade 1. Adicionalmente, a matriz de ponderação diagonal semidefinida positiva  $V$  de  $(K \times K)$  dimensão. Na mesma direção,  $V$  mede a importância relativa de cada um dos preditores. A fim de tornar o controle sintético da unidade 1 o mais semelhante possível à unidade real 1, escolhe-se  $\widehat{W}(V)$  tal que:

$$\widehat{W} = \widehat{W}(\widehat{V}) = [\widehat{w}_2 \dots \widehat{w}_{j+1}] \quad (1.3)$$

Onde  $\widehat{V}$  é um conjunto de matrizes diagonais predefinidas de dimensão  $(K \times K)$ . Para cada  $t \in \{T_0 + 1, \dots, T\}$ , o estimador  $\widehat{Y}_{jt}^N$  de acordo com o método de controle sintético é dado por:

$$\widehat{Y}_{jt}^N = \sum_{j=2}^{J+1} \widehat{w}_j Y_{jt} \quad (1.4)$$

Dessa forma, podemos estimar todo o vetor de efeitos do tratamento:

$$\widehat{\alpha}_{1t} = Y_{1t} - \widehat{Y}_{1t}^N \quad (1.5)$$

Para  $t \in \{1, \dots, T\}$ . Enquanto as lacunas pós-tratamento ( $\widehat{\alpha}_{1t} = Y_{1t} - \widehat{Y}_{1t}^N$  para  $t \geq T_0 + 1$ ) são estimativas de os parâmetros de interesse (ou seja, o efeito causal do PMV sobre as sociais, econômicas, ambientais e institucionais), podemos usar o intervalos de pré-tratamento ( $\widehat{\alpha}_{1t} = Y_{1t} - \widehat{Y}_{1t}^N$  para  $t \leq T_0$ ) como teste indireto da validade do estimador de controle sintético. Como a unidade de controle sintético deve seguir o resultado contrafactual ( $\widehat{Y}_{1t}^N$ ) e observamos este resultado potencial durante o período de pré-tratamento, esperamos que as lacunas de pré-tratamento estejam próximas de zero.

De maneira geral, a combinação de unidades de comparação numa unidade sintética proporciona uma comparação melhor para a unidade tratada do que qualquer unidade não tratada individualmente. Esse método de pareamento fornece uma visão agregada (nível macro) e é interessante na medida em que em vez de comparar a unidade tratada a um grupo de unidades não tratadas, esse método utiliza informações sobre as características da unidade tratada e das unidades não tratadas para construir uma única artificial (GERTLER *et al.*, 2016).

## **1.6 Objetivos da Dissertação**

### 1.6.1 Objetivo Geral

Avaliar o Programa Municípios Verdes na perspectiva da gestão ambiental e do impacto sobre o controle do desmatamento nos municípios do Pará.

### 1.6.2 Objetivos Específicos

- a) Identificar alterações na cobertura florestal e efeitos dos gastos com gestão ambiental no desmatamento dos municípios participantes e não participantes do Programa Municípios Verdes;
- b) Estimar o impacto do PMV sobre o controle do desmatamento através do método do Controle Sintético para um período de 15 anos (2002-2016).

## **1.7 Estrutura da Dissertação**

A dissertação está dividida em 4 (quatro) seções integradas de acordo com a estratégia empregada no desenvolvimento da pesquisa. As seções foram nomeadas como capítulos. Em primeiro, o capítulo introdutório abordou os principais temas que envolvem as políticas ambientais e os fenômenos causadores de danos ao meio ambiente como o desmatamento. Foram levantadas as principais referências bibliográficas para composição do texto dissertativo determinando o arcabouço teórico e metodológico da pesquisa.

Por conseguinte, foram redigidos 2 (dois) capítulos mostrando os resultados da pesquisa de acordo com as abordagens metodológicas preestabelecidas no capítulo introdutório. Esses capítulos fazem uma ligação ao capítulo introdutório, onde foi contextualizada a dissertação e seguem a seguinte estrutura: introdução, material e métodos, resultados, discussão e conclusão. Por fim, no capítulo final é descrita a conclusão geral de acordo com todos os resultados encontrados ao longo da pesquisa juntamente com as recomendações da dissertação.

## CAPÍTULO 2 ALTERAÇÕES NA COBERTURA FLORESTAL E A INFLUÊNCIA DA GESTÃO AMBIENTAL SOBRE OS MUNICÍPIOS DO PROGRAMA MUNICÍPIOS VERDES

### Resumo

O objetivo do trabalho foi analisar as alterações na cobertura florestal no Estado do Pará nas formas de desmatamento e degradação florestal. Especificamente, os chamados “Municípios Verdes” são aqueles que alcançaram os melhores resultados em termos de gestão ambiental segundo o Programa Municípios Verdes (PMV) e, dessa forma, a análise primária verificou a evolução da cobertura florestal nestes municípios. Em um segundo momento, simulações econométricas foram executadas para verificar os vetores que promovem o desmatamento nos municípios do Estado do Pará e os resultados revelaram que o rebanho bovino continua a impactar sobre o desmatamento, assim como a densidade populacional e o PIB Per capita para um modelo em painel de efeitos fixos. Verificou-se também que os gastos com gestão ambiental reduzem o desmatamento independente de participação no programa ambiental.

**Palavras-chave:** Desmatamento; Estado do Pará; Gestão Ambiental; Programa Municípios Verdes.

### Abstract

The objective of this work was to analyze the changes in forest cover in the State of Pará in the forms of deforestation and forest degradation. Specifically, the so-called "Green Municipalities" are those that have achieved the best results in terms of environmental management according to the Green Municipalities Program (PMV) and, therefore, the primary analysis verified the evolution of the forest cover in these municipalities. In a second moment, econometric simulations were performed to verify the vectors that promote deforestation in the municipalities of the State of Pará, and the results showed that the cattle herd continues to have an impact on deforestation, as well as the population density and GDP per capita for a fixed effects panel model. It was also found that environmental management expenditures reduce deforestation independent of participation in the environmental program.

**Palavras-chave:** Deforestation; State of Pará; Environmental management; Green Municipalities Program.

### 2.1 Introdução

A vegetação natural do Estado do Pará é composta por matas de planície de inundação (várzea), matas de terra firme (GAMA *et al.*, 2005), fragmentos de cerrado e de floresta semiúmida. A floresta no estado, assim como na Amazônia, possui fauna e flora muito biodiversa. No entanto, a paisagem natural das florestas vem sendo modificada devido à intensa atividade antrópica e ocupação desordenada. Tais modificações vêm gerando discussões em várias camadas da sociedade que, em linhas gerais, envolvem o aproveitamento

dos recursos naturais de forma sustentável sem a degradação<sup>1</sup> do meio ambiente (GAMA *et al.*, 2005; ALMEIDA; VIEIRA, 2008).

O desmatamento, umas das formas mais agressivas de degradação ambiental, tem ocorrido frequentemente nas mesorregiões Nordeste e Sudeste do Estado do Pará e isso, se deve a abundância de terras devolutas e aos incentivos fiscais que por muito tempo atraíram diversos migrantes para a região. O uso e ocupação da terra se deram através de sistemas de agricultura tradicionais, conhecidos como sistemas de corte e queima e sistemas de agricultura intensiva com lavouras de ciclo curto ou longo de forma consorciada e mecanizada, além de pastagens que comportam sistemas de pecuária, que em boa parte, é feita de maneira extensiva com baixa produtividade (VERÍSSIMO; PEREIRA, 2014; SAMPAIO *et al.*, 2017).

Todavia, recentemente tem-se observado o avanço do desmatamento sobre os municípios que integram a mesorregião Sudoeste do Pará. Muitos desses municípios estão na lista dos mais desmatadores do estado segundo o Programa Municípios Verdes (PMV) (Decreto Estadual nº 54 de 2011) que classifica os municípios de acordo com o risco e pressão sobre as florestas. Atualmente, alguns municípios do Sudoeste do Pará que antes estavam nas categorias “Sob Pressão” e “Consolidados” passaram a ser considerados “Embargados” (Altamira, Anapu, Itaituba, Novo Progresso, Pacajá e Rondon do Pará), que são aqueles que vêm descumprindo o conjunto de metas estabelecidas pelo PMV. Tais metas gravitam sobre a eficácia do sistema de governança local (BIZZO; FARIAS, 2017; SOUZA; GUERRA, 2017).

Apesar dos esforços de governança pelo PMV, o avanço da fronteira agrícola em direção ao Sudoeste do Pará já fomentou uma perda florestal no estado de 264.690 km<sup>2</sup> (23,38% da floresta) até 2017. Alguns municípios que entraram na lista dos desmatadores no ano de 2008 pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA) até hoje continuam listados como os mais desmatadores e embargados pelos órgãos ambientais, a exemplo de Altamira e Novo Progresso que em 2008 possuíam 6.138 km<sup>2</sup> e 4.951 km<sup>2</sup> de áreas desmatadas respectivamente e em 2017 já computavam 8.727 km<sup>2</sup> e 6.094 km<sup>2</sup> de florestas desmatadas (INPE, 2018).

Os dados sobre o desmatamento nos municípios do Estado do Pará e na Amazônia como um todo são estimados com base em projetos de monitoramento geoespacial como: i)

---

<sup>1</sup> De acordo com UNCCD (United Nations Convention to Combat Desertification), a degradação pode ser definida como sendo a redução ou perda da produtividade biológica ou econômica com a retirada de cobertura florestal. Quando esse processo é intensificado pode levar ao fenômeno do desmatamento.

Programa de Cálculo do Desflorestamento da Amazônia (PRODES), criado em 1988 e executado anualmente e ii) Sistema de Detecção do Desmatamento na Amazônia Legal em Tempo Real (DETER) que monitora quase que diariamente a Amazônia (DINIZ *et al.*, 2015; KALAMANDEEN *et al.*, 2018).

Esses monitoramentos têm mostrado que o desmatamento tem avançado de forma pulverizada no Pará. Essa nova configuração do desmatamento tem sido usada pelos infratores como forma de burlar os sistemas de monitoramento. O desmatamento observado no Estado do Pará alcançou 35,4% das terras privadas e 24% das terras públicas em 2016 e, boa parte das terras está em áreas protegidas (APAs) relativas às Unidades de Conservação (UCs) federais, estaduais e municipais, Terras Indígenas e quilombolas, compreendendo 72.288,20 hectares (772,882 km<sup>2</sup>) somente no Estado do Pará. As APAs são ecossistemas vulneráveis que correspondem a uma porção territorial dos municípios participantes do PMV (SCHMITT, 2015; AZEVEDO *et al.*, 2016; FAPESPA, 2017).

O Estado do Pará possui 16 municípios na categoria “Monitorados e Sob Controle”, ou seja, Municípios Verdes (MVs) de acordo com o PMV. Segundo o programa, esses municípios cumprem todas as metas estabelecidas e efetivamente controlam o desmatamento local a partir de uma gestão ambiental bem estruturada. No entanto, o avanço do desmatamento para o Sudoeste paraense e a pulverização do desmatamento na Amazônia impera novas análises que verifiquem a dinâmica do desmatamento nos MVs a fim de contribuir para a avaliação do PMV em relação à cobertura florestal e a gestão ambiental municipal.

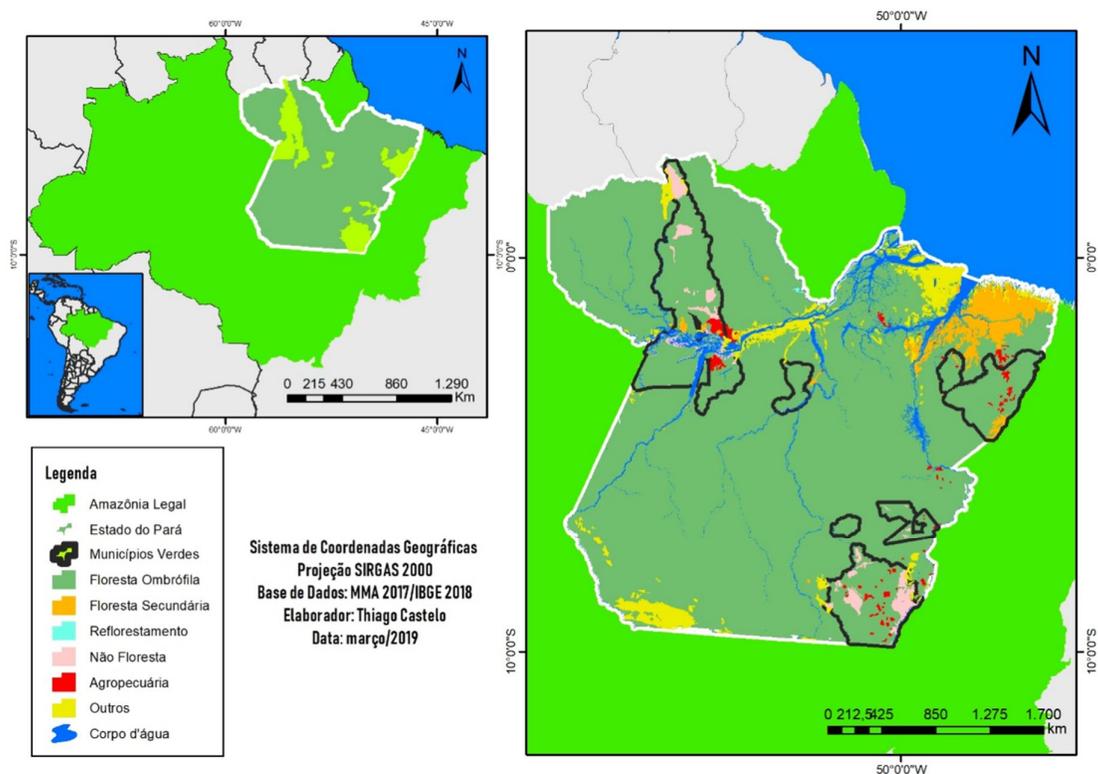
Dessa forma, o objetivo do trabalho foi investigar a evolução das áreas desmatadas e degradadas nos MVs apoiados nos Sistemas de monitoramento PRODES e DETER a fim de verificar se a participação no PMV sob a categoria MV tem promovido o controle do desmatamento e degradação, além da manutenção da cobertura florestal nos municípios. Somado a isso, técnicas econométricas foram executadas para compreender os principais vetores do desmatamento e a influência dos gastos com gestão ambiental municipal entre participantes e não participantes do PMV.

## 2.2 Material e Métodos

### 2.2.1 Área de estudo

O Estado do Pará é o segundo maior estado do Brasil com 1.247.955,238 km<sup>2</sup>, compreendendo 33% da Amazônia legal e está dividido em 144 municípios. Dentre os seus municípios, 16 estão na categoria MVs ou “Monitorados e Sob Controle” de acordo com as metas estabelecidas pelo PMV. Eles estão dispersos em diferentes mesorregiões do Estado do Pará, sendo 4 municípios localizados no Baixo Amazonas (Alenquer, Juruti, Óbidos, Santarém); 10 municípios no Sudeste (Canãa dos Carajás, Cumaru do Norte, Dom Eliseu, Paragominas, Redenção, Santa Maria das Barreiras; Santana do Araguaia, Tucumã, Ulianópolis e Xinguara); 1 município no Sudoeste (Brasil Novo) e 1 município no Nordeste (Tailândia), totalizando uma área total de 176.306 km<sup>2</sup> (IBGE, 2017; PMV, 2018) (Figura 6).

**Figura 6-** Localização do Estado do Pará e dos Municípios Verdes em relação à vegetação e ao uso do solo no Estado do Pará, Amazônia.



Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

Boa parte da população dos municípios do estado incluindo os MVs vivem em áreas urbanas (676 mil habitantes) o que representa 68% da população total do Estado. O MV de com a maior população é Santarém (295 mil habitantes) e de menor população é Cumaru do Norte (quase 11 mil habitantes). Em relação ao uso e ocupação da terra nos MVs, 138.219 mil pessoas desempenham algum tipo de atividade agropecuária em aproximadamente 32.163 mil estabelecimentos agropecuários (IBGE, 2017).

A vegetação dos MVs, assim como em grande parte do estado, caracteriza-se por áreas de Florestas Ombrófila Aberta e Ombrófila Densa, onde a primeira é formada por árvores de grande porte bem distribuídas e a segunda tem ocorrência em planícies sedimentares, mais frequentes no sul do Estado do Pará. O relevo dos municípios é formado por planaltos dissecados com morros e vales íngremes, além de depressões periféricas sustentadas por rochas cristalinas. Nestes municípios predominam solos arenosos de cor amarela e vermelha, conhecidos como argissolos. (RODRIGUES *et al.*, 2002; IBGE, 2012).

No geral, o Estado do Pará possui um clima Equatorial com atuação dos seguintes sistemas atmosféricos equatoriais: Massa Equatorial Continental (MEC), Massa Equatorial do Atlântico Norte (MEAN) e pela Zona de Convergência Intertropical (ZCIT). Segundo a classificação climática de Köppen, os municípios do estado apresentam um clima tropical chuvoso com uma estação mais seca no inverno (Aw) ou uma estação seca no verão com um período menos chuvoso (Af) entre os meses de junho e setembro e subseca entre julho e agosto (PEEL *et al.*, 2007).

### 2.2.2 Sistemas PRODES e DETER

Os dados do desmatamento na Amazônia são tratados e consolidados através do PRODES para gerar as taxas anuais do desmatamento (TDA) representado pelo corte raso da floresta, processo final do desmatamento e que indica a supressão total da cobertura florestal (INPE, 2008; PIONTEKOWSKI *et al.*, 2014). Os dados do DETER fornecem informações acerca das alterações da cobertura terrestre (ANDERSON *et al.*, 2005, DINIZ *et al.*, 2015) sendo classificadas em dois grandes grupos: Desmatamento e Degradação. Diante disso, metodologicamente, a pesquisa foi realizada em dois momentos: i) análises primárias envolvendo levantamento e análise de dados dos Sistemas PRODES e DETER e ii) análises secundárias com o uso de informações quantitativas para a execução de simulações econométricas.

A análise primária da pesquisa buscou verificar a evolução do desmatamento entre os anos de 2000 e 2017 nos MVs através do PRODES juntamente com a degradação detectada pelo DETER. Por intermédio do PRODES, foi realizado um levantamento das áreas desmatadas por município, gerando uma frequência absoluta para os MVs em comparação com municípios vizinhos, enquadrados em outras categorias segundo o PMV. Essa análise comparativa visou compreender a dinâmica dos MVs em relação aos municípios no entorno. Para os dados do DETER, o levantamento auxiliou na detecção de pressões antrópicas exercidas nos MVs e sobre as áreas protegidas entre os anos de 2012 e 2018, de acordo com a disponibilidade de dados. As classes de uso do solo do DETER foram agrupadas como degradação e usadas para construção de mapa temático e classificação em intervalos de acordo com a extensão das áreas da seguinte forma: 1) áreas menores ou iguais a 0,5 km<sup>2</sup>; 2) áreas maiores que 0,5 km<sup>2</sup> até 0,7 km<sup>2</sup>; 3) áreas maiores que 0,7 km<sup>2</sup> até 1 km<sup>2</sup> e 4) áreas acima de 1 km<sup>2</sup>.

Para fins de análise secundária, simulações envolvendo diferentes grupos de municípios do Estado do Pará foram executadas. As simulações foram executadas mediante a abordagem econométrica a fim de verificar quais são os atuais determinantes das alterações na cobertura florestal, incluindo o efeito da gestão ambiental sobre as áreas desmatadas em municípios abrangidos pelo PMV. A política ambiental do PMV busca apoiar a implementação do Cadastro Ambiental Rural (CAR) e fortalecer a gestão ambiental municipal através da ótica racional de uso sustentável dos recursos disponíveis e, essa dinâmica, que perpassa pela eficácia do programa em controlar o desmatamento, foi fundamental para indicar se o PMV vem obtendo êxito durante o período de execução.

### 2.2.3 Modelos e análise de dados florestais

Simulações no formato painel foram aplicadas para diferentes padrões de municípios do Pará (grupo 1 – todos os municípios; grupo 2 – municípios participantes do PMV). Para cada grupo de municípios, dois modelos são gerados pelo Método dos Mínimos Quadrados Ordinários (MQO) ou OLS (do inglês, *Ordinary Least Squares*), que indicam a presença ou ausência da *dummy* (escolha binária) no painel. O painel de dados incorpora a lógica do tratamento das observações para uma série temporal, o que faz com que haja um maior número de graus de liberdade e, conseqüentemente, menor colinearidade entre as variáveis explicativas (PINDYCK; RUBINFELD, 2004; HSIAO, 2006). As regressões em painel

incorporam variáveis explicativas que podem ter efeito sobre mudanças na cobertura florestal, sendo o modelo empírico definido por:

$$Y_{it} = \beta_{0it} + \beta_{1it}X_{1it} + \dots + \beta_{Nit}X_{Nit} + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

Onde o subscrito  $i$  indica cada observação e o subscrito  $t$  indica o período de tempo. O parâmetro  $\beta_{0it}$  corresponde ao parâmetro de intercepto e  $\beta_{Nit}$  corresponde ao coeficiente angular da  $n$ -ésima variável explicativa do modelo. O  $\varepsilon_{it}$  é o resíduo que representa os fatores não observados que mudam ao longo do tempo e que afetam  $Y_{it}$ . As simulações ocorreram para uma variável dependente que indica a proporção do desmatamento em relação a área do município.

A variável dependente foi construída a partir dos dados do Sistema PRODES/INPE (área desmatada por município) e do IBGE Cidades (Área municipal), designando o Desmatamento pela área municipal. As variáveis explicativas utilizadas nas simulações em painel são oriundas de pesquisas e do Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA) (EstimaPop, Pesquisa da Pecuária Municipal e Produto Interno Bruto) que indicam a Densidade Populacional, Rebanho Bovino e o PIB Per capita.

A variável explicativa referente aos gastos do município com gestão ambiental foi obtida através da base do FINBRA – Finanças do Brasil que contém dados contábeis por municípios organizados pelo Sistema de Coleta de Dados Contábeis do Tesouro Nacional (SISTN) e pelo Sistema de Informações Contábeis e Fiscais do Setor Público Brasileiro (SICONFI). De acordo com Guandalini (2013), os gastos com gestão ambiental estão subdivididos em cinco grupos de gastos: a) preservação e conservação ambiental; b) controle ambiental; c) recuperação de áreas degradadas; d) recursos hídricos; e) meteorologia, e outras despesas da função gestão ambiental. Nos municípios do Estado do Pará, o grupo de maior despesa é preservação e conservação ambiental e, portanto, foi usada como *proxy* da gestão ambiental pelos municípios.

Além das variáveis citadas, uma variável *dummy* foi inserida no modelo a partir da Resolução COEMA – Conselho Estadual de Meio Ambiente do Pará, de nº 120 de 2015 que dispõe sobre as atividades de impacto ambiental e competência municipal para exercer a gestão ambiental. O município autodeclarado apto para fazer a gestão ambiental deve possuir legislação própria voltada ao meio ambiente, indicando a descentralização da gestão ambiental. Isto posto, dois modelos analíticos foram gerados no formado painel curto e balanceado (2002-2016) para cada grupo de municípios:

$$I - \ln Desmarea_{it} = \ln Reb_{it} + \ln Dens_{it} + \ln Pibpc_{it} + \ln Gare_{it} + Apga_{it} + \varepsilon_{it} \quad (3)$$

$$II - \ln Desmarea_{it} = \ln Reb_{it} + \ln Dens_{it} + \ln Pibpc_{it} + \ln Gare_{it} + \varepsilon_{it} \quad (3.1)$$

em que a variável dependente  $\ln Desmarea$  é o desmatamento por km<sup>2</sup> do município no ano  $t$  em relação ao ano  $t-1$ ;  $\ln Reb$  representa o número de cabeças bovinas no ano  $t$  em relação ao ano  $t-1$ ;  $\ln Dens$  é densidade populacional;  $\ln Pibpc$  é a atividade econômica representada pelo PIB Per capita;  $\ln Gare$  são os gastos em gestão ambiental;  $Apga$  é a *dummy* binária da descentralização da gestão ambiental – todos somados ao termo de erro aleatório  $\varepsilon$ . Todas as variáveis foram tratadas no formato logaritmo natural, tabuladas e processadas em programas que usam a linguagem de programação R e C++ em cálculos estatísticos (Tabela 1).

**Tabela 1-** Variáveis avaliadas nas modelagens para os 2 grupos de municípios.

Categoria	Variáveis	Período	Fonte
Variável dependente	i. Desmatamento por área municipal	2002-2016	PRODES/INPE
Variáveis explicativas	ii. Rebanho bovino iii. Densidade populacional iv. PIB Per capita v. Gastos em gestão ambiental vi. Aptidão para exercer a gestão ambiental	2002-2016	IBGE-SIDRA; SISTN/SICONFI; COEMA

Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

Acerca das variáveis, estas foram escolhidas conforme a literatura pertinente e estudos anteriores. Com exceção das variáveis de “Gastos em gestão ambiental” e “Aptidão para gestão ambiental”, as demais variáveis têm sido aplicadas comumente para determinar os fatores que impactam sobre o desmatamento na região amazônica (ANDERSEN, 1996; WALKER *et al.*, 2000; EWERS *et al.*, 2008; MACEDO *et al.*, 2012; ROSA *et al.*, 2013; DIAS *et al.*, 2015; SANT’ANNA, 2016; TRITSCH; LE TOURNEAU, 2016; MOFFETTE; GIBBS, 2018; BUSCH; FERRETTI-GALLON, 2017), onde foram discutidos os efeitos das mudanças de uso da terra, atividades econômicas, pressão populacional, implementação de políticas ambientais entre outros fatores sobre a dinâmica do desmatamento.

## 2.3 Resultados

### 2.3.1 Evolução do Desmatamento

No período de análise, verificou-se que a supressão total da floresta nos MVs foi de 507.278 km<sup>2</sup>. Desse montante, a maior supressão ocorreu no município de Paragominas que em todo período sempre esteve à frente dos demais em relação à quantidade de área desmatada (74.779 km<sup>2</sup>). É importante ressaltar que Paragominas foi o primeiro município do Estado do Pará a sair da lista dos mais desmatadores do MMA em 2010. Após a saída da lista, o município deu início ao projeto chamado Paragominas: município verde e isso, juntamente com o governo do Estado do Pará, estimulou a criação do PMV.

O município de Paragominas adentrou diretamente na categoria de “Monitorados e Sob Controle” em 2011, no entanto, sua economia voltada ao agronegócio e o aparelhamento das propriedades rurais locais no uso de tecnologias intensivas agregada ao sistema de corte e queima permite a maior perda florestal (ALVES *et al.*, 2014). No ano de 2017, todos os municípios aumentaram suas áreas desmatadas, totalizando 60.691,8 km<sup>2</sup> de florestas suprimidas (Tabela 2).

**Tabela 2-** Evolução das áreas desmatadas nos Municípios Verdes.

Municípios	Área do município km <sup>2</sup>	2001 km <sup>2</sup>	2003 km <sup>2</sup>	2005 km <sup>2</sup>	2007 km <sup>2</sup>	2009 km <sup>2</sup>	2011 km <sup>2</sup>	2013 km <sup>2</sup>	2015 km <sup>2</sup>	2017 km <sup>2</sup>
Alenquer	22.286	1.166,20	1.192,30	1.242,30	1.280,90	1.331,30	1.373,40	1.401,90	1.429,60	1.468,30
Brasil Novo	6.468	1.007,80	2.074,70	2.281,50	2.410,30	2.486,10	2.575,50	2.615,90	2.635,70	2.670,50
Canaã dos Carajás	3.156	1.662,80	1.695,70	1.718,90	1.723,50	1.733,20	1.735,80	1.736,50	1.740,60	1.744,00
Cumaru do Norte	17.105	4.608,70	5.324,80	6.307,40	6.774,60	6.998,10	7.100,60	7.197,30	7.263,10	7.337,70
Dom Eliseu	5.2960	2.552,80	2.861,60	3.102,70	3.266,30	3.361,50	3.423,40	3.463,30	3.476,10	3.489,20
Juruti	8.308	1.060,50	1.092,20	1.105,40	1.117,90	1.144,90	1.158,80	1.162,80	1.184,10	1.199,60
Óbidos	28.031	1.472,00	1.547,00	1.631,50	1.700,20	1.769,60	1.830,30	1.855,70	1.891,60	1.920,20
Paragominas	19.465	7.322,30	7.567,30	8.166,10	8.349,10	8.536,70	8.641,00	8.689,50	8.733,70	8.773,30
Redenção	3.830	2.564,30	2.609,10	2.636,80	2.644,10	2.655,70	2.657,90	2.661,50	2.662,10	2.663,00
Santa Maria das Barreiras	10.351	4.448,70	4.896,10	5.413,70	5.614,00	5.746,00	5.827,80	5.868,20	5.901,50	5.938,00
Santana do Araguaia	11.609	4.969,80	5.679,90	6.449,70	6.808,70	7.027,10	7.101,00	7.163,20	7.203,70	7.238,50
Santarém	22.890	3.971,30	4.233,40	4.352,70	4.448,30	4.554,10	4.608,60	4.636,80	4.708,30	4.765,60
Tailândia	4.451	1.495,30	1.706,60	1.928,80	2.026,10	2.115,90	2.184,80	2.227,20	2.243,60	2.271,30
Tucumã	2.513	2.104,90	2.206,70	2.237,00	2.260,50	2.273,10	2.277,30	2.280,00	2.286,90	2.293,80
Ulianópolis	5.122	2.476,10	2.766,00	3.097,40	3.214,10	3.395,70	3.438,00	3.480,60	3.505,90	3.539,80
Xinguara	3.793	3.172,10	3.218,20	3.328,50	3.358,50	3.367,60	3.372,10	3.374,20	3.377,50	3.379,00
<b>Total</b>	<b>200.274,86</b>	<b>6.055,6</b>	<b>50.671,6</b>	<b>55.000,4</b>	<b>56.997,1</b>	<b>58.496,6</b>	<b>59.306,3</b>	<b>59.814,6</b>	<b>60.244,0</b>	<b>60.691,8</b>

Fonte: Elaborado pelo autor através de dados do PRODES/INPE (2019).

Apesar do enquadramento dos municípios na categoria “Monitorados e Sob Controle”, o desmatamento continuou avançando lentamente onde boa parte da área municipal dos municípios enquadrados nesta categoria deixou de ser floresta. Para municípios de grande extensão municipal como Alenquer, o desmatamento até o ano de 2017 representa apenas 6,59% de sua área total, diferentemente de Brasil Novo que possui 42% de área total desmatada. Outros exemplos são Óbidos e Paragominas com 6,85% e 45,07% de área desmatada até 2017 respectivamente. Esses dados mostram que o desmatamento é uma variável relativa e que pode ter diferentes impactos de acordo com o tamanho do município. Ao mesmo tempo, os dados mostram que municípios que atualmente são considerados “verdes” já desmataram boa parte das florestas em seu território e, dessa maneira, necessitam de maior atenção de ambientalistas e de governantes, responsáveis pela implementação de políticas públicas de combate ao desmatamento.

Todavia, o aumento das áreas desmatadas nos municípios observados na tabela 2 quando convertidas em taxas, não alcançou o limite estabelecido pelo PMV de 40 km<sup>2</sup> variando entre 0,2 e 32,7 km<sup>2</sup> de taxa. Além disso, outra importante meta estabelecida pelo PMV e que incide sobre a regulamentação das atividades agropecuárias é o Cadastro Ambiental Rural (CAR). Com a posse desse cadastro é possível integrar as informações ambientais das propriedades para fins de monitoramento e controle do desmatamento. Os dados mostram que os MVs mantêm a maior parte de seus imóveis rurais nesse cadastro (Tabela 3).

**Tabela 3-** Os Municípios Verdes em relação às três metas estabelecidas pelo PMV em 2017.

Municípios	Metas mais importantes do PMV		
	Pacto local contra o Desmatamento	% Área cadastrada no CAR	Taxa anual de desmatamento (km <sup>2</sup> )
Alenquer	SIM	81,28%	14,5 km <sup>2</sup>
Brasil Novo	SIM	86,96%	6,5 km <sup>2</sup>
Canaã dos Carajás	SIM	82,19%	2,1 km <sup>2</sup>
Cumaru do Norte	SIM	82,64%	32,7 km <sup>2</sup>
Dom Eliseu	SIM	85,03%	7,2 km <sup>2</sup>
Juruti	SIM	88,26%	4 km <sup>2</sup>
Óbidos	SIM	87,62%	10,1 km <sup>2</sup>
Paragominas	SIM	92,80%	19,8 km <sup>2</sup>
Redenção	SIM	81,61%	0,4 km <sup>2</sup>
Santa Maria das Barreiras	SIM	85,08%	18,7 km <sup>2</sup>
Santana do Araguaia	SIM	86,08%	20 km <sup>2</sup>
Santarém	SIM	81,74%	16,9 km <sup>2</sup>
Tailândia	SIM	79,86%	13,8 km <sup>2</sup>

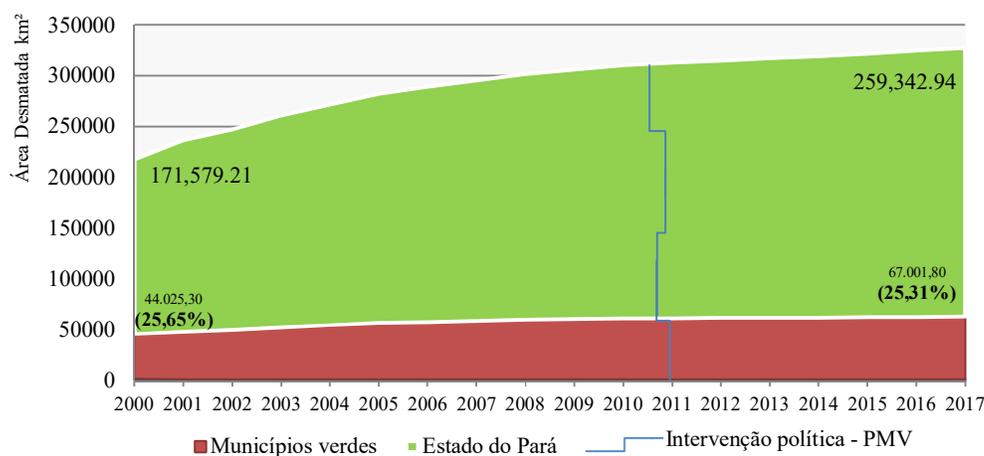
## Continuação

Tucumã	SIM	98,01%	2,8 km <sup>2</sup>
Ulianópolis	SIM	91,03%	18,2 km <sup>2</sup>
Xinguara	SIM	84,93%	0,2 km <sup>2</sup>

Fonte: Elaborado pelo autor através de dados do Programa Municípios Verdes (PMV) e Governo do Pará (2019).

Os valores mostram que todos os municípios têm taxas inferiores a 40 km<sup>2</sup>, onde Cumaru do Norte possui a maior taxa (32,7 km<sup>2</sup>), indicando maior área convertida em solo exposto. Em relação ao CAR, a maioria dos municípios está acima dos 80% de área cadastrada, valor mínimo determinado pelo PMV. O município que foge à regra é Tailândia com 79,86% de áreas cadastradas. Em termos de áreas, contrapondo os valores dos MVs com os valores do Estado do Pará, o desmatamento total dessa categoria representava 25,65% do montante estadual no início da série história e 25,31% no final, em 2017 (Figura 7).

**Figura 7-** Evolução das áreas desmatadas dos Municípios Verdes em relação ao Estado do Pará 2000-2017.



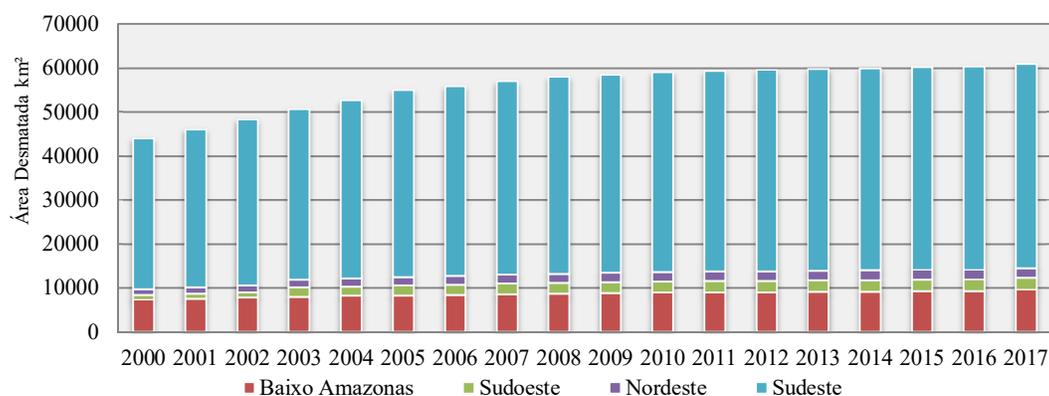
Fonte: Elaborado pelo autor através de dados do PRODES/INPE (2019).

Na série analisada, observa-se um aumento das áreas desmatadas em oposição à porcentagem das áreas dos MVs que diminuiu em relação ao Estado do Pará. A intervenção política do PMV sobre o Pará gerou uma relativa estabilidade do desmatamento nos municípios. Os aumentos pontuais detectados nos municípios não foram expressivos e a elevação das áreas no Estado do Pará não ultrapassou os 300.000 km<sup>2</sup>.

Sobre o aspecto regional, a maioria dos municípios está localizada na mesorregião Sudeste do Pará e, dessa maneira, ela concentra as maiores áreas desmatadas dentre os MVs, seguida do Baixo Amazonas, Nordeste e Sudoeste. A mesorregião do Sudeste do Pará

contribui com 77% do desmatamento observado entre os MVs, sendo a região, local de intensa dinâmica agrícola. Nas décadas de 1980 e 1990, o Sudeste viveu um forte processo migratório e inserção de grandes projetos e isso, fomentou o uso massivo da terra para atividades econômicas (exploração madeireira, cultivos agrícolas e abertura de pastagens) (SANTOS *et al.*, 2017) (Figura 8).

**Figura 8-** Desmatamento nos Municípios Verdes segundo as mesorregiões do Estado do Pará.



Fonte: Elaborado pelo autor através de dados do PRODES/INPE (2019).

Outra análise importante é a relação dos MVs com os municípios vizinhos. Os municípios que fazem fronteira entre si tendem a ser semelhantes e sofrerem influência mútua sob o âmbito de suas atividades econômicas formando *clusters* de municípios homogêneos. Essa influência impacta diretamente nos indicadores socioeconômicos e no cenário do desmatamento regional de acordo com o conjunto de municípios (WALKER *et al.*, 2000; DE CARVALHO *et al.*, 2008). No ano final da série analisada, observa-se que a quantidade de áreas desmatadas nos municípios vizinhos são próximos ou inferiores aos dos MVs, sendo boa parte categorizados como “Consolidados”, “Base Florestal” e “Monitorados e Sob Controle” (Tabela 4).

**Tabela 4-** Desmatamento nos Municípios Verdes e nos seus municípios vizinhos em relação às categorias do PMV, 2017.

Municípios Verdes		Municípios Vizinhos		
Nome	Área Desmatada	Nome/Categoria	Área Desmatada	% Área Desmatada em relação ao MV
Alenquer	1.468,3	Almerim	1.850,0	126,0
		Óbidos	7.954,2	541,7
		Curua	352,0	24,0
		Santarém	4.765,6	324,6
		Monte Alegre	4.395,6	299,4
Juruti	1.475,6	Terra Santa	360,0	24,4
		Oriximiná	1.551,4	105,1
		Óbidos	7.954,2	539,0

## Continuação

		Santarém	4.765,6	323,0
		Aveiro	1.296,9	87,9
Óbidos	7.954,2	Oriximiná	1.551,4	19,5
		Almerim	1.850,0	23,3
		Alenquer	1.468,3	18,5
		Curua	352,0	4,4
		Santarém	4.765,6	59,9
		Juruti	1.475,6	18,6
Santarém	4.765,6	Juruti	1.475,6	31,0
		Aveiro	1.296,9	27,2
		Belterra	249,8	5,2
		Placas	2.190,2	46,0
		Uruará	3.403,9	71,4
		Praíha	1.850,1	38,8
		Monte Alegre	4.395,6	92,2
		Alenquer	1.468,3	30,8
Brasil Novo	2.670,5	Óbidos	7.954,2	166,9
		Altamira	8.727,0	326,8
		Vitória do Xingu	1.991,6	74,6
		Porto de Moz	1.080,0	40,4
Tailândia	2.271,3	Medicilândia	2.190,6	82,0
		Acará	2.385,1	105,0
		Tomé-Açu	2.990,9	131,7
		Ipixuna do Pará	327,6	14,4
Canã dos Carajás	1.744,0	Moju	449,9	19,8
		Parauapebas	1.324,3	75,9
		Curionópolis	2.060,8	118,2
Cumarú do Norte	7.337,7	Água Azul do Norte	4.660,4	267,2
		Santana do Araguaia	7.238,5	98,6
		Santa Maria das Barreiras	5.938,0	80,9
		Redenção	2.663,0	36,3
		Bannach	2.193,1	29,9
		Ourilândia do Norte	499,8	6,8
Dom Eliseu	3.489,2	São Félix do Xingu	1.294,4	17,6
		Ulianópolis	3.539,8	101,5
		Paragominas	8.773,3	251,4
		Goianésia do Pará	1.435,8	41,1
Paragominas	8.773,3	Rondon do Pará	5.572,2	159,7
		Ulianópolis	3.539,8	40,3
		Goianésia do Pará	1.435,8	16,4
Redenção	2.663,0	Ipixuna do Pará	327,6	3,7
		Nova Esperança do Piriá	1.567,1	17,9
		Concórdia do Pará	3.089,1	116,0
Santa Maria das Barreiras	5.938,0	Pau d'arco	938,9	35,3
		Cumarú do Norte	7.337,7	275,5
		Santa Maria das Barreiras	5.938,0	223,0
Santana do Araguaia	7.238,5	Concórdia do Pará	3.089,1	52,0
		Redenção	2.663,0	44,8
		Cumarú do Norte	7.337,7	123,6
Tucumã	2.293,8	Santana do Araguaia	7.238,5	121,9
		Cumarú do Norte	7.337,7	101,4
		Santa Maria das Barreiras	5.938,0	82,0
Ulianópolis	3.539,8	Água Azul do Norte	4.660,4	203,2
		Ourilândia do Norte	499,8	21,8
		São Félix do Xingu	1.294,4	56,4
Xinguara	3.379,0	Paragominas	8.773,3	247,8
		Dom Eliseu	3.489,2	98,6
		Água Azul do Norte	4.660,4	137,9
		Rio Maria	3.407,0	100,8
		Piçarra	2.924,6	86,6
		Curionópolis	2.060,8	61,0
		Sapucaia	890,1	26,3

	Municípios Verdes (Monitorados e Sob Controle)
	Base Florestal
	Consolidados
	Sob Pressão
	Embargados
	Não participante

Fonte: Elaborado pelo autor através de dados do Programa Municípios Verdes e PRODES/INPE. (2019).

Dos 16 MVs, 11 fazem fronteira com pelo menos um município de mesma categoria. É observado que essa proximidade também revela uma quantidade similar de áreas desmatadas. Os MVs de grande extensão territorial como Óbidos, Paragominas e Santana do Araguaia possuem as maiores áreas desmatadas no período onde alguns de seus municípios vizinhos (Curuá, Ipixuna do Pará e Santa Maria das Barreiras respectivamente) representam uma pequena porcentagem do desmatamento observado com exceção de Santa Maria das Barreiras (80% do MV seccionado).

Prates e Bacha (2011) informam ainda que a criação de rodovias como a chamada Transamazônica ou BR 230 estimulou a entrada de migrantes e estabeleceu um grande eixo de desmatamento em municípios que fazem fronteira com a rodovia. Dentre os municípios do Estado do Pará, 16 são interceptados pela rodovia e, dessa forma, apresentam grandes áreas desmatadas. Os municípios de Altamira, Anapú, Itaituba, Itupiranga, Marabá, Novo Repartimento e Pacajá estão às margens da BR 230 e, segundo o PMV, estão enquadrados na categoria “Embargados” com alto risco de desmatamento. Em contraponto, apenas 1 município está à margem da rodovia e faz parte dos MVs (Brasil Novo). A proximidade com municípios alvos de forte pressão antrópica devido à implantação de empreendimentos agropecuários e de projetos de infraestrutura como as rodovias gera quantidades desmatadas semelhantes e, por conseguinte, fazem parte da mesma categoria do PMV.

### 2.3.2 Degradação e impacto sobre as áreas protegidas

A degradação detectada nos MVs variou de 1.812,59 km<sup>2</sup> em 2012 para 904,85 km<sup>2</sup> em 2018. No período analisado, o município de Cumaru do Norte obteve a maior degradação registrada com 1.629 km<sup>2</sup> de áreas degradadas em 2017, permanecendo à frente dos demais municípios em termos de degradação, seguido de Santarém e Paragominas. A degradação detectada nos municípios incorporou as subclasses mapeadas pelo DETER (Cicatriz de Incêndio Florestal e Degradação) e que mostraram um crescimento expressivo em 2017 (2.304,79 km<sup>2</sup>) (Tabela 5).

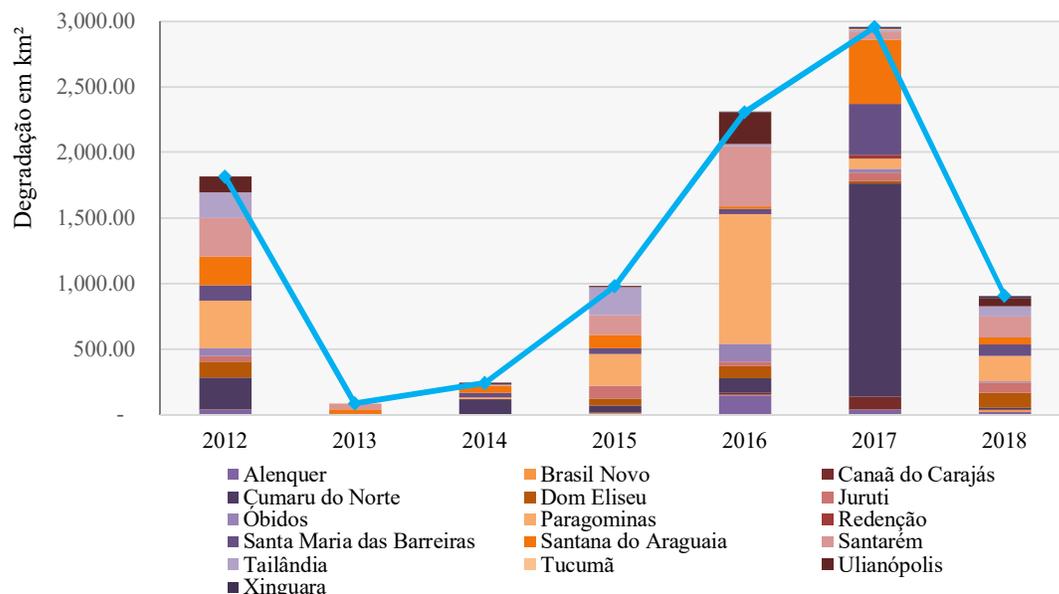
**Tabela 5-** Evolução das áreas degradadas nos Municípios Verdes.

<b>Município</b>	<b>2012 km<sup>2</sup></b>	<b>2013 km<sup>2</sup></b>	<b>2014 km<sup>2</sup></b>	<b>2015 km<sup>2</sup></b>	<b>2016 km<sup>2</sup></b>	<b>2017 km<sup>2</sup></b>	<b>2018 km<sup>2</sup></b>
Alenquer	39,06	0,81	< 0,001	2,27	151,59	40,93	21,18
Brasil Novo	0,98	0,06	2,32	12,53	1,41	0,81	15,34
Canaã do Carajás	< 0,001	< 0,001	< 0,001	1,25	13,64	93,62	4,02
Cumaru do Norte	240,23	2,78	116,90	54,64	108,77	1.628,74	11,24
Dom Eliseu	125,65	< 0,001	< 0,001	52,00	95,21	18,68	117,70
Juruti	38,40	< 0,001	< 0,001	94,88	36,46	64,21	74,27
Óbidos	61,41	0,06	< 0,001	0,78	132,85	25,56	8,63
Paragominas	363,25	< 0,001	12,19	246,43	992,17	77,36	197,55
Redenção	1,01	0,34	0,38	< 0,001	0,67	32,20	< 0,001
Santa Maria das Barreiras	118,96	6,04	35,58	41,19	35,23	388,70	85,31
Santana do Araguaia	214,01	30,43	56,96	102,10	18,88	487,61	53,29
Santarém	296,67	45,13	4,62	153,43	461,67	60,27	159,41
Tailândia	197,08	< 0,001	4,99	207,04	15,08	11,30	76,85
Tucumã	0,81	0,03	< 0,001	< 0,001	< 0,001	8,68	< 0,001
Ulianópolis	115,07	< 0,001	4,66	12,84	241,06	6,88	64,97
Xinguara	< 0,001	< 0,001	0,91	0,00	0,10	8,15	15,11
<b>Total Geral</b>	<b>1812,5930</b>	<b>85,6902</b>	<b>239,5210</b>	<b>981,3765</b>	<b>2304,7946</b>	<b>2953,7055</b>	<b>904,8577</b>

Fonte: Elaborado pelo autor através de dados PRODES/INPE (2019).

A maior degradação observada nos MVs (Figura 9) coincide com o aumento do desmatamento no mesmo período. A degradação tem relação direta com o aumento das queimadas e incêndios florestais que, segundo Fonseca-Morello *et al.* (2017), tem causas muito bem definidas como a densidade “econômica”, flamabilidade da paisagem e o retorno econômico obtido aos atores ligados ao uso da terra na Amazônia (pequenos agricultores, posseiros, grileiros). A baixa aglomeração populacional juntamente com a baixa densidade infraestrutural (vias de transporte, especialmente) dá origem a uma baixa “densidade econômica”, o que atrai migrantes para os municípios da Amazônia, aumentando a exploração florestal e consequentemente, os eventos de queimadas (FONSECA-MORELLO *et al.*, 2017).

**Figura 9-** Variação da degradação nos atuais 16 Municípios Verdes entre os anos de 2012 e 2018 segundo o Sistema DETER.



Fonte: Elaborado pelo autor através de dados do DETER-B/INPE (2019).

Boa parte das áreas degradadas na série analisada estão no intervalo acima de 1 km<sup>2</sup> com um total de 7.886,85 km<sup>2</sup> de degradação entre os MVs. No entanto, o maior número de polígonos, que representam as detecções pelo sistema DETER está no intervalo até 0,5 km<sup>2</sup>. O somatório da frequência para esse intervalo foi de 8.693 mil polígonos. No geral, a tendência encontrada a partir do levantamento de dados foi de queda no número de polígonos com aumento da extensão de áreas degradadas (Tabela 6).

**Tabela 6-** Detecções por faixa de tamanho entre os anos de 2012 e 2018 para os Municípios Verdes.

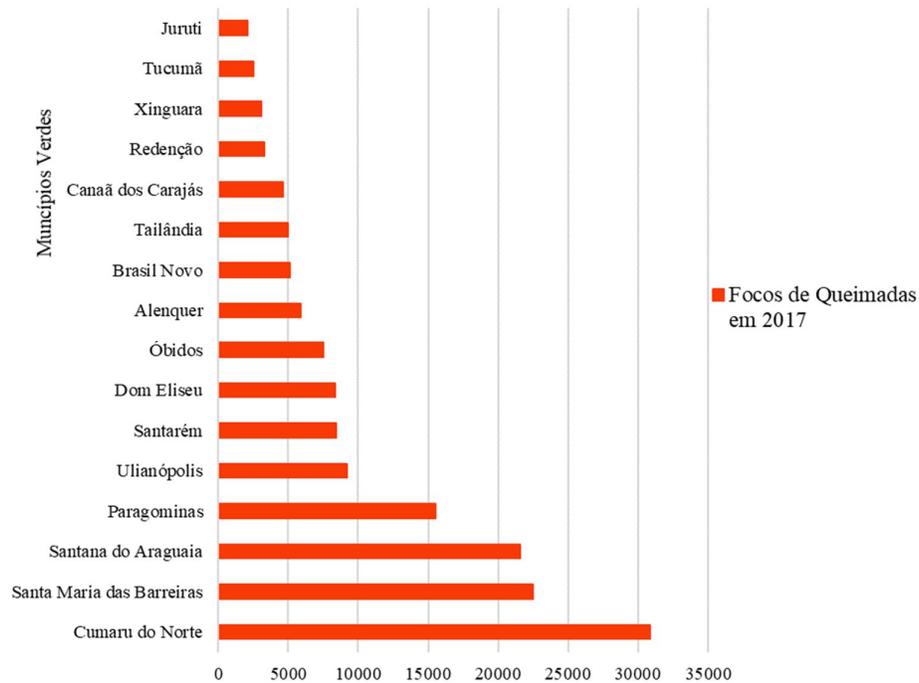
Intervalo	Número de Polígonos	Área total (km <sup>2</sup> )
até 0,5	8.693,00	763,72
> 0,5 ≤ 0,7	4.012,00	1.001,96
> 0,7 ≤ 1	423,00	357,88
> 1	1.681,00	7.886,85
<b>Total</b>	<b>14.809</b>	<b>10.010,41</b>

Fonte: Elaborado pelo autor a partir de dados do DETER-B/INPE (2019).

De acordo com Imazon (2018), o ano de 2017 registrou o maior número de queimadas desde 1999. Somente no Estado do Pará, 64.983 mil focos de incêndios foram detectados, sendo o estado com maior percentual de incêndios da Amazônia. Grande parte dos incêndios

foi feito de maneira criminosa, motivados pela atividade agropecuária e pelo corte seletivo e desordenado de árvores (IMAZON, 2018). Análises dos focos de queimadas mostraram que boa parte esteve concentrada nas mesorregiões Nordeste, Sudeste e Sudoeste do Estado do Pará. Ao mesmo tempo, os MVs, representaram juntos, 27,81% do total detectado entre os municípios do Pará. (Figura 10).

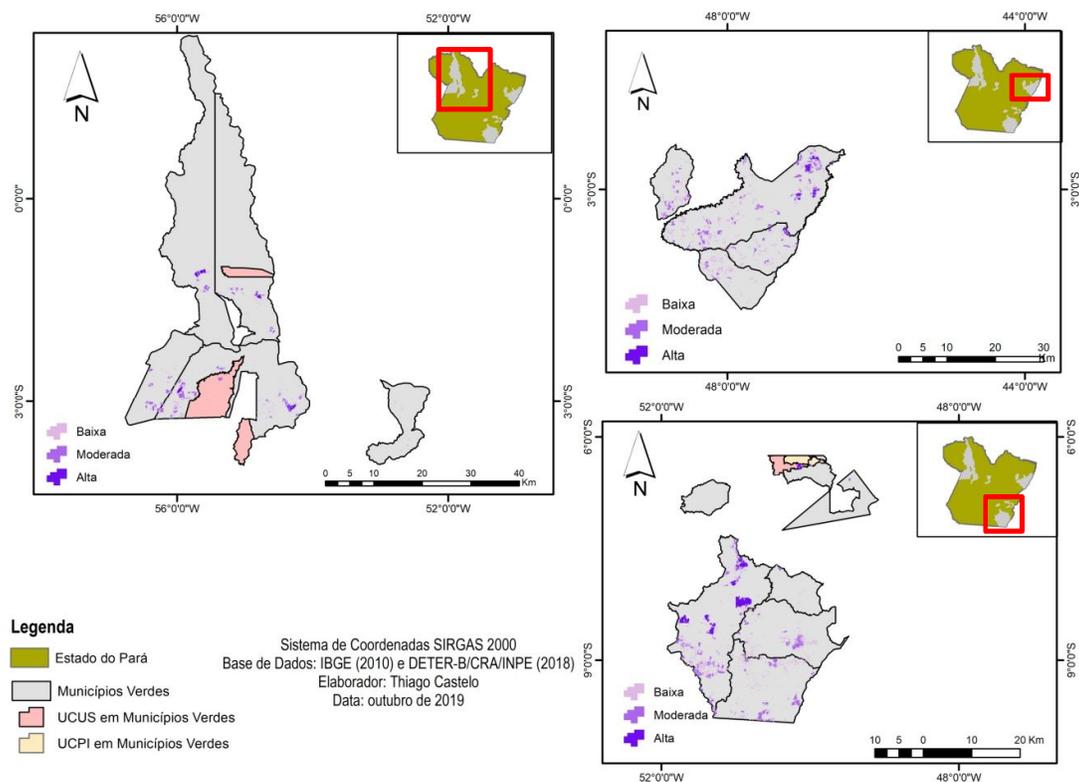
**Figura 10-** Focos de queimadas nos Municípios verdes no ano de 2017.



Fonte: Elaborado pelo autor através de dados do BDQueimadas/INPE (2019).

Os MVs, assim como o estado no todo, sofreram impactos das queimadas, com o forte crescimento da degradação florestal. Os municípios de Paragominas, Cumaru do Norte e Santa Maria das Barreiras estão entre os MVs que obtiveram maior número de focos de queimadas e, conseqüentemente, forte degradação entre em 2017. Concomitantemente, esse cenário pode comprometer a manutenção da cobertura florestal em áreas protegidas como as UCs federais localizadas em parte dos municípios de Alenquer e Santarém (mesorregião do Baixo Amazonas); Brasil Novo (mesorregião Sudoeste); Canaã dos Carajás e Parauapebas (mesorregião Sudeste) (Figura 11).

**Figura 11-** Degradação detectada nos territórios dos Municípios Verdes e nas Unidades de Conservação (UCs) de Uso Sustentável e Proteção Integral federal presentes nos municípios, Estado do Pará, período de 2012 a 2018.



Fonte: Elaborado pelo autor através de dados do IBGE (2010) e DETER-B/INPE (2018).

A degradação nas UCs federais localizadas nos MVs no período analisado foi detectada em: Parque Nacional (PARNA) dos Campos Ferruginosos (PNCF) que integra a Floresta Nacional (FLONA) do Carajás e a Floresta Extrativista (RESEX) Tapajós-Arapiuns (FETA). As UCs afetadas abrangem grande parte dos municípios de Canaã dos Carajás e Parauapebas (mesorregião Sudeste), Santarém (mesorregião Baixo Amazonas) e Aveiro (mesorregião Sudoeste). O PNCF foi criado em 2017 (Decreto nº 05 de 2017) e faz parte das UCs de proteção integral do Estado do Pará, ou seja, não podem ser habitadas pelo homem sendo permitido apenas seu uso para fins científicos. Já a FETA foi criada através do Decreto s/nº de 1998, onde é permitido o uso de seus recursos para fins extrativistas, sendo uma UC de uso sustentável. A Tabela 7 quantifica a degradação nas áreas das UCs e nas chamadas Zonas de Amortecimento (ZAs), responsáveis por limitar o avanço das atividades produtivas de uso da terra (COSTA *et al.*, 2013).

**Tabela 7-** Unidades de Conservação e Zonas de Amortecimento atingidas pela degradação florestal nos Municípios Verdes, Estado do Pará.

Unidade de Conservação	Tipo	Municípios	Área UC (km <sup>2</sup> )	Área ZA (km <sup>2</sup> )	Degradação UC (km <sup>2</sup> )	Degradação ZA (km <sup>2</sup> )	% em relação a área da UC	% em relação a área da ZA
Parque Nacional dos Campos Ferruginosos	Proteção Integral	Canaã dos Carajás; Parauapebas	790,86	585	33,70	27,80	4,40	4,75
Floresta Extrativista Tapajós-Arapiuns	Uso Sustentável	Santarém; Aveiro	6.476	3.068	153	14,30	2,36	0,5

Fonte: Elaborado pelo autor a partir de dados do MMA (2017) e DETER-B/INPE (2018).

De acordo com Costa *et al.* (2013) e Beiroz (2015), a pressão antrópica sobre as florestas ocorre principalmente em áreas simultaneamente ligadas a Zona de Amortecimento (ZA), que segundo a Resolução nº 428 do CONAMA, é delimitada a um raio de 3 km de entorno das UCs. A eficácia na gestão ambiental do PMV perpassa pela manutenção das áreas protegidas, a exemplo das UCs, e estas, também foram analisadas no presente estudo (COSTA *et al.*, 2013, BEIROZ, 2015). Todavia, segundo os dados da tabela 7, a pressão sobre as florestas é maior dentro das UCs do que nas ZAs e isso, impera maior esforço no monitoramento dos municípios do Estado do Pará. Mesmo em municípios onde o PMV indica um maior controle sobre o desmatamento (Municípios Verdes), a pressão humana das atividades de uso do solo tem avançado sobre áreas de uso restrito.

### 2.3.3 Simulações em painel

Mediante o cenário de intervenção política e de supressão florestal nos municípios (desmatamento e degradação) ditos controlados segundo o PMV, simulações econométricas foram executadas a fim de determinar os principais vetores para as mudanças detectadas sobre as florestas. Para auxiliar nas análises, a tabela 8 foi construída para exibir as estatísticas descritivas das variáveis quantitativas utilizadas no modelo em painel, incluindo as observações dos dois grupos de municípios analisados.

**Tabela 8-** Estatísticas Descritivas das variáveis quantitativas no modelo em painel.

	Variáveis	Observações	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
Grupo 1	Desmarea	2.145	44,9202	30,1359		95,4140
	Reb	2.143	121.950	214.082	10	2.282.445
	Dens	2.145	54,7376	256,3085	0,1657	2.761,2650
	Pibpc	2.149	7.536	9,366	1.101	131.1497
	Gare	1.709	1.860,3670	8.732	0,3541	159.802
Grupo 2	Desmarea	1.815	46,1878	30,2026	0,6762	95,4140
	Reb	1.815	142.091	226.773	18	2.282.445
	Dens	1.815	60,5549	278,1363	0,1657	2.761,2650
	Pibpc	1.819	8.021	10,0388	1.101	131.1497
	Gare	1.458	1.877	9.325	0,3541	159.802

Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

A estatística descritiva sugere que para o grupo 1, considerando todos os municípios do Pará, o incremento anual médio de desmatamento por município foi de 44,92 km<sup>2</sup> e para o grupo de participantes do PMV (grupo 2), o incremento anual médio por município foi de 46,18 km<sup>2</sup>. O incremento anual médio de rebanho bovino do grupo 1 (122 mil cabeças por município) foi menor que do grupo 2 com quase 143 mil cabeças bovinas; para a densidade populacional, o incremento do grupo 1 (54,74 pessoas por km<sup>2</sup> em cada município) também foi menor que do grupo 2 que obteve mais de 60 pessoas por km<sup>2</sup>; o PIB Per capita dos que participam do PMV foi de 8.021 reais para cada município, resultado maior que média dos municípios como um todo (7.536 reais) e, em relação aos gastos com gestão ambiental, a média para cada município foi de 1.860,37 reais para o grupo 1 e 1.877 reais ao ano para o grupo 2.

O município que obteve o maior incremento absoluto sobre o desmatamento foi Mãe do Rio com 95,42 km<sup>2</sup> em 2016; sobre o rebanho bovino, o município com maior número de cabeças bovinas foi São Félix do Xingu com mais de 2 milhões em 2013; para a densidade populacional, Ananindeua foi o município com a maior concentração de pessoas (aproximadamente 2.761 pessoas por km<sup>2</sup>) em 2016; o maior PIB Per capita foi atingido por Parauapebas em 2011 (131.149 mil reais) e o maior gasto com gestão ambiental levantado foi de Ananindeua em 2011 com 159.802 reais.

De acordo com as simulações realizadas (Tabela 9), as variáveis tradicionalmente apontadas na literatura como vetores do desmatamento na Amazônia são significativas para as

alterações na cobertura florestal no Estado do Pará. As variáveis dos modelos foram estimadas aplicando técnicas de interpolação sobre os dados na premissa de efeitos fixos (intercepto variante entre os municípios, no entanto, constante ao longo do tempo) e efeitos aleatórios (intercepto tratado como variável aleatória) (GUNASEKARA *et al.*, 2014). Apesar de ambos os efeitos apresentarem relevante significância para as variáveis tradicionais, de acordo com o teste de Hausman ( $\text{prob} < 0,0000$ ), os modelos escolhidos para os diferentes padrões de municípios foi o de efeitos fixos. Analisando os modelos de efeitos fixos para o Grupo 1, referente aos 144 municípios do Estado do Pará, observa-se que em (1.1), o aumento de 100% na Densidade populacional infere em um aumento de 14% no desmatamento nos municípios, sendo a variável mais expressiva na simulação. Concomitantemente, um aumento de 100% no Rebanho Bovino e no PIB Per capita equivale a um incremento de 4% e 8% ao desmatamento respectivamente.

Na coluna (2.1) da tabela 9, os coeficientes das variáveis em discussão também são significativos e iguais em termos de taxa a (1.1). As variáveis possuem coeficientes iguais nas duas colunas devido à omissão da *dummy* de controle relacionada à aptidão do município em praticar a gestão ambiental local. As variáveis listadas têm efeitos positivos sobre o desmatamento nos dois modelos de efeitos fixos (presença ou ausência da *dummy*) para os 144 municípios do Estado do Pará. Entretanto, ao analisar a variável que indica os gastos do município com gestão ambiental, percebe-se que o coeficiente indica uma relação inversamente proporcional com o desmatamento municipal. Ou seja, o aumento da variável de Gastos com gestão ambiental (GGA) na ordem de 100% gera uma queda de 0,27% no desmatamento com significância de 10% na regressão. Da mesma maneira, se fosse considerado efeitos aleatórios para os modelos com a presença ou ausência da *dummy*, o desmatamento também reduz com o aumento dos GGA.

**Tabela 9-** Determinantes do desmatamento: Estimativas em painel de dados.

	Variável Dependente: Área desmatada sobre a área municipal ( <i>LnDesmarea</i> )							
	Grupo 1				Grupo 2			
	(1)		(2)		(3)		(4)	
	MQO (Com <i>Dummy</i> )		MQO (Sem <i>Dummy</i> )		MQO (Com <i>Dummy</i> )		MQO (Sem <i>Dummy</i> )	
(1.1)	(1.2)	(2.1)	(2.2)	(3.1)	(3.2)	(4.1)	(4.2)	
Ef. Fixos	Ef. Aleatórios	Ef. Fixos	Ef. Aleatórios	Ef. Fixos	Ef. Aleatórios	Ef. Fixos	Ef. Aleatórios	
Rebanho Bovino ( <i>LnReb</i> )	0,0388*** (0,0043)	0,0411*** (0,0045)	0,0388*** (0,0043)	0,0413*** (0,0045)	0,0459*** (0,0050)	0,0476*** (0,0051)	0,0459*** (0,0050)	0,0477*** (0,0051)
Dens. Populacional ( <i>LnDens</i> )	0,1406*** (0,0124)	0,1633*** (0,0124)	0,1406*** (0,0124)	0,1642*** (0,0125)	0,1369*** (0,0132)	0,1593*** (0,0131)	0,1369*** (0,0132)	0,1605*** (0,0131)
PIB Per capita ( <i>LnPibpc</i> )	0,0832*** (0,0039)	0,0810*** (0,0041)	0,0832*** (0,0039)	0,0810*** (0,0041)	0,0855*** (0,0044)	0,0834*** (0,0045)	0,0855*** (0,0044)	0,0834*** (0,0045)
Gastos com G.A. ( <i>LnGare</i> )	-0,0027* (0,0016)	-0,0034** (0,0017)	-0,0027* (0,0016)	-0,0035** (0,0017)	-0,0018† (0,0018)	-0,0024† (0,0019)	-0,0018† (0,0018)	-0,0025† (0,0019)
Apt. para exercer a G.A. ( <i>Apga</i> )	0 (omitida)	0,1853** (0,1783)			0 (omitida)	0,6175** (0,2154)		
Nº de cortes transversais	135	135	135	135	116	116	116	116
Nº de observações	1.703	1.703	1.703	1.703	1.465	1.465	1.465	1.465
Teste de Hausman	194,93 (0,0000)		396,64 (0,0000)		56,06 (0,0000)		79,75 (0,0000)	
Efeitos Fixos (Rejeito Ho)	Sim		Sim		Sim		Sim	
R <sup>2</sup> (estimador intra-grupos)	0,3810	0,3799	0,3810	0,3799	0,3866	0,3855	0,3866	0,3854
R <sup>2</sup> (estimador entre-grupos)	0,4556	0,3326	0,4556	0,4452	0,4618	0,3369	0,4618	0,4494
R <sup>2</sup> (estimador no geral)	0,4215	0,3383	0,4215	0,4186	0,4144	0,3177	0,4144	0,4117
Teste de Heterocedasticidade (Breusch-Pagan)	191,56 (0,0000)		181,76 (0,0000)		166,40 (0,0000)		146,10 (0,0000)	
Teste de Multicolinearidade (FIV médio)	1,47		1,51		1,51		1,57	

Nota: Todos os modelos foram estimados por MQO. Os erros-padrão robustos estão agrupados a nível municipal e indicados entre parênteses. \*, \*\*, \*\*\* indicam o nível de significâncias de 10%, 5% e 1% e † indica efeito não significativo.

Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

Segundo o teste de Hausman, a escolha dos efeitos fixos implica em rejeitar a Hipótese Nula ( $H_0$ ) de que os efeitos aleatórios produzem estimadores consistentes. Neste sentido, para o Grupo 1, obteve-se um ajustamento global dos modelos em painel sob três estimadores onde o estimador entre-grupos do inglês, “*between*” apresenta-se como o de melhor especificação ( $R^2 = 45\%$ ) na presença ou ausência da *dummy*. Em relação ao teste de Heterocedasticidade (Breusch-Pagan), o resultado rejeita a hipótese nula de homocedasticidade onde as variâncias (dispersão dos dados) da variável dependente e das variáveis explicativas são iguais para todas as observações. Para fazer a correção da heterocedasticidade nos modelos de efeitos fixos foi rodado o modelo robusto com correção da heterocedasticidade pela matriz de variância e covariância de White.

Para verificar a multicolinearidade (relação idêntica) entre as variáveis explicativas foi aplicado o Fator de Inflação da Variância (FIV) que representa o incremento da variância devido à presença de multicolinearidade. De acordo com o teste, o FIV médio para os modelos com *dummy* e sem a *dummy* foram 1,47 e 1,51 respectivamente. Sabendo que  $FIV > 10$  indica multicolinearidade, as variáveis explicativas dos modelos não possuem forte correlação entre si.

Ao analisar os modelos de Efeitos Fixos para o Grupo 2, percebe-se em (3.1) que um aumento de 100% na variável Rebanho bovino na presença da *dummy* implica em um aumento um pouco maior (5%) do desmatamento em comparação a (1.1). Em relação a variável Densidade populacional, um crescimento de 100% gera um incremento de aproximadamente 14% no desmatamento e um crescimento de 10% no PIB Per capita gera um incremento de 8% no desmatamento. As três variáveis citadas são bastante significativas a 1%, porém a variável GGA para os municípios que participam do PMV não foi significativa demonstrando que a participação no programa não implica necessariamente em um gasto municipal que leve a uma redução do desmatamento. Da mesma forma, se a *dummy* for retirada do modelo (4.1), os coeficientes serão idênticos aos de (3.1) com os GGA sem significância para este grupo.

O ajustamento global do modelo ficou entre 38%~46% onde pelo estimador entre-grupos teve-se o melhor ajustamento (46%). Realizando os testes de Heterocedasticidade (Breusch-Pagan), o resultado diverge com a hipótese nula de homocedasticidade, ou seja, a dispersão dos dados é idêntica para entre a variável dependente e as variáveis explicativas. O teste de Multicolinearidade para o Grupo 2 mostrou que as variáveis explicativas não possuem exatidão estatística. Isto posto, os resultados obtidos levaram, a priori, a escolha de 4

modelos que melhor representam a relação de incremento ao desmatamento sobre a área municipal: (1.1), (2.1), (3.1) e (4.1).

Os 4 modelos são de Efeitos Fixos pela abordagem variável *dummy* conhecida como LSDV (do inglês, *Least Square Dummy Variable*), uma generalização do MQO, sendo que, a omissão da *dummy* binária *Apga* em (1.1) e (3.1) devido a sua perfeita colinearidade acarretou na perda de efeito estimativo. Dessa forma, os modelos mais adequados que caracterizam os efeitos das variáveis explicativas (vetores) sobre o desmatamento nas unidades tratadas, ou seja, os municípios são (2.1) para o Grupo 1 e (4.1) para o Grupo 2.

## 2.4 Discussão

### 2.4.1 Descentralização e gastos com gestão ambiental

A descentralização da gestão ambiental começou a ser implementada pelo governo brasileiro a partir da Resolução nº 237 de 1997 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) (BRASIL, 1997), onde os municípios passaram a ter as diretrizes para o exercício do licenciamento ambiental. No entanto, apenas com a lei nº 11.284 de 2006 que versa sobre a gestão de florestas públicas é que o processo de descentralização se tornou efetivo. Essa lei trouxe uma grande inovação ao promover a descentralização da gestão ambiental para Estados e Municípios, antes concentrada sobre a União (BERNARDO, 2006). A descentralização acelerou o processamento de normatização das atividades florestais (MARTINS, 2010), onde pela primeira vez no Brasil, abriu-se a possibilidade de empresas e cooperativas explorarem os recursos madeireiros das Florestas Nacionais (FLONAS) por meio de um plano de manejo.

A descentralização não envolve apenas a sucessão de poder da autoridade ambiental federativa para os órgãos ambientais locais, mas também a integração da sociedade em assuntos de gestão ambiental, assim como a execução e acompanhamento de projetos. A participação democrática tende a gerar uma gestão mais eficiente permitindo que as políticas ambientais possam ser executadas de forma mais adequada (SANCHES *et al.*, 2017). Neste sentido, a inserção da *dummy* que representa a aptidão dos municípios que se declaram capazes de executar a gestão ambiental foi importante na medida em que poderia ser um indicativo de competência municipal para gerir seus recursos e implementar ações de controle das atividades ilegais de exploração florestal, evitando assim, o desmatamento.

Todavia, para os modelos de efeitos fixos a *Apga* não foi satisfatória e quando se considera o intercepto como uma variável randomizada verifica-se que ela contribui para o aumento do desmatamento, relação inesperada para os municípios autodeclarados. Logo, o modelo representativo do Grupo 1 (2.1) mostra que não se pode afirmar que a declaração de aptidão para exercer a gestão ambiental traz consequências sobre a redução ou aumento do desmatamento municipal no Estado do Pará. Ao mesmo tempo, em (4.1) não se pode afirmar que a participação no PMV tem influência sobre a aptidão para exercer a gestão ambiental.

Em termos de gastos, a GGA foi satisfatória em (2.1) e (4.1), indicando que os recursos financeiros destinados aos municípios têm impacto sobre a queda do desmatamento. A criação de Fundos Ambientais e um adequado planejamento financeiro que inclua dotações específicas para o meio ambiente constituem-se em ações que otimizam a gestão ambiental. Os fundos atraem para o município, não só a administração dos recursos dele oriundos, mas também torna mais próximas suas ações em prol do meio ambiente através do gerenciamento e apoio a projetos na área de proteção ambiental (SONEGHET; SIMAN, 2014). Sobre isso, Chiesa (2008) cita que a inexistência de fundos ou a insuficiência de recursos financeiros no planejamento impede o município de exercer adequadamente a gestão ambiental, sendo um dos principais entraves a serem superados dentro do processo de sua municipalização.

A estimativa de queda do desmatamento foi maior no Grupo 1, onde considera-se todos os municípios do Estado do Pará (participantes e não participantes do PMV). Esse resultado mostra que sofrer intervenção da política ambiental não se traduz em melhores gastos com gestão. Os GGA estão muito mais ligados ao planejamento financeiro e aos princípios estabelecidos pela atual administração pública do que pela inflexão política. O PMV visa apoiar as ações municipais de combate ao desmatamento, no entanto, a priori, o apoio não reverbera no aumento nos gastos do município com gestão ambiental.

Através de um cálculo simples, percebe-se que a redução de 0,27% do desmatamento em (2.1) equivale a preservar 0,12 km<sup>2</sup> de área florestal por município, fazendo a média do incremento ao desmatamento cair para 44,80 km<sup>2</sup> por município. Se os GGA aumentarem em 100% ao ano, em 100 anos a redução do desmatamento chegaria a quase 30% sobre as áreas desmatadas por município, o equivalente a 12 km<sup>2</sup> de florestas poupadas por município ou aproximadamente 1.800 km<sup>2</sup> de desmatamento evitado no Estado do Pará (180.000 mil campos de futebol em florestas). Assim sendo, verifica-se a importância em compreender que os gastos são investimentos futuros na preservação das florestas – ecossistemas complexos e de grande biodiversidade. O entendimento dessa lógica por parte da administração pública

municipal pode auxiliar os agentes envolvidos na gestão ambiental a mitigar os passivos ambientais.

#### 2.4.2 Perspectivas para o Programa Municípios Verdes

O PMV já recebeu mais de 75 milhões de reais do Fundo Amazônia (FA) para o seu financiamento. Em 2018, o PMV cedeu uma boa parte de seus recursos para a compra de diversos equipamentos (caminhonetes, notebooks, projetores entre outros) destinados a 60 municípios paraenses. Essas medidas contribuem no apoio as ações de fiscalização ambiental no Estado do Pará. No entanto, somente estão habilitados a receber os benefícios de compra de equipamentos aqueles municípios participantes do programa e que cumprem a maior parte das metas estabelecidas, onde as mais importantes são as assinaturas dos pactos contra o desmatamento e aumento do CAR em toda a extensão municipal<sup>2</sup>.

Segundo o governo do Estado do Pará, em 2018, o PMV foi reestruturado e prorrogado até o fim de 2019, passando a ter como principal atividade o apoio ao Licenciamento Ambiental (LA), por meio da concessão de equipamentos de informática, veículos e reestruturação do sistema informatizado de Licenciamento do Governo do Pará em conjunto com a SEMAS. Já tendo alcançado mais de 75% de áreas cadastráveis pelo CAR, o LA passou a ser a prioridade do programa que no âmbito federal tem como órgão executor o IBAMA e no âmbito estadual, a SEMAS. Os gastos com LA fazem parte dos GGA, consumindo boa parte dos recursos financeiros incluídos no orçamento municipal onde contribuições de fundos específicos (Fundos municipais, estaduais e federais) voltados às políticas ambientais são fundamentais para custear as ações programadas de combate aos crimes ambientais como o desmatamento (PMV, 2018; WHATELY; CAMPANILI, 2014).

Como visto nos resultados das simulações, os GGA reduzem o desmatamento e a continuidade dos financiamentos para as políticas ambientais são importantes na medida em que podem efetivamente mitigar os efeitos antrópicos sobre as áreas florestais como visto nos modelos gerados. Nos grupos de municípios (2.1) e (4.1), a variável rebanho bovino ainda continua sendo um fator importante para o aumento do desmatamento na Amazônia como evidenciado em Geist e Lambin (2001 e 2002) e Rivero (2009) e, ao mesmo tempo, o aumento da densidade populacional com a antropização de áreas florestais juntamente com o

---

<sup>2</sup> Informação obtida diretamente no site do Programa Municípios Verdes e que pode ser consultada em <<http://www.municipiosverdes.pa.gov.br/blogs/ler/noticias/estado-entrega-veiculos-a-prefeituras-para-combater-o-desmatamento>>. Acesso em 13 de julho de 2019.

aumento da atividade econômica (PIB Per capita) são preponderantes para explicar o desmatamento, convergindo com os estudos de Tritsch e Le Tourneau (2016) e Delazeri (2016).

Os levantamentos anteriores às simulações mostraram que mesmo entre os MVs, o desmatamento continua a crescer, no entanto, em um ritmo lento. Apesar de o PMV atuar fortemente na gestão ambiental desses municípios, eles representam um quarto de todo o desmatamento no Estado do Pará e a degradação detectada nos mesmos municípios tem impactado diretamente as UCs federais. As atividades econômicas como o rebanho bovino tem sido uma das grandes causas da supressão das florestas e sobre isso, Barreto *et al.* (2005) afirma que o aperfeiçoamento da gestão ambiental em terras privadas com o investimento em geotecnologias, fortalecimento da fiscalização ambiental e garantia que os créditos públicos apenas para os proprietários rurais que cumprem a legislação ambiental são estratégias importantes para combater o desmate nas florestas.

O aperfeiçoamento da gestão ambiental depende intrinsecamente dos recursos financeiros destinados para as políticas ambientais geridos pelos municípios. Assim sendo, os efeitos negativos de variáveis tais como o rebanho bovino poderá, a priori, ser mitigados com o aumento dos recursos destinados a gestão ambiental nos municípios do Pará.

## 2.5 Conclusão

Ao longo do trabalho foi visto que o PMV tem atuado diretamente na gestão ambiental dos municípios do Estado do Pará, onde os MVs é a categoria que cumpre com todas as metas estabelecidas pelo programa. Mesmo assim, a supressão das áreas florestais (desmatamento e degradação) tem sido evidente entre esses municípios. Para verificar os vetores que tem impactado sobre o desmatamento, uma análise secundária por meio de simulações econométricas foi efetuada e revelou a importância dos GGA nos municípios paraenses. Ao mesmo tempo, observa-se que os gastos reduzem mais o desmatamento quando analisado os municípios no seu todo. Para os participantes do programa a redução é menor.

A descentralização da gestão ambiental revela a competência de gerir recursos e promover ações de combate ao desmatamento nos municípios. No entanto, a autonomia municipal para executar a gestão ambiental não mostrou efeitos sobre a redução do desmatamento. Ao mesmo tempo, fatores já estudados anteriormente se mostraram persistentes em promover o desmatamento, impactando em seu crescimento. O rebanho

bovino, o PIB Per capita e a densidade demográfica ainda são causas para explicar o desmatamento na floresta amazônica.

Os GGA devem ser vistos como investimento na proteção das florestas. Aproximadamente 180 mil campos de futebol poderiam ser poupados em 100 anos se, os gastos aumentarem de forma linear em 100% ao ano. Esses gastos independem da participação no PMV e a continuidade dos recursos financeiros para implementar políticas ambientais são essenciais para conter as alterações antrópicas sobre as florestas.

## Referências

- ALMEIDA, A. S, de; VIEIRA, I. C. G. Dinâmica da cobertura vegetal e uso da terra no município de São Francisco do Pará (Pará, Brasil) com o uso da técnica de sensoriamento remoto, **Bol. Mus. Paraense Emílio Goeldi**. Ciências Naturais, Belém, v. 3, n. 1, p. 81-92, 2008.
- ANDERSEN, L. E. The causes of deforestation in the Brazilian Amazon. **Journal of Environment & Development**, v.5 (3), p. 309–328, 1996.
- ANDERSON, L. O., SHIMABUKURO, Y. E., DEFRIES, R. S.; MORTON, D. Assessment of Deforestation in Near Real Time Over the Brazilian Amazon Using Multitemporal Fraction Images Derived From Terra MODIS. **IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters**, v.2 (3), p.315–318, 2005.
- ARRAES, R. DE A.; MARIANO, F. Z.; SIMONASSI, A. G. Causas do Desmatamento no Brasil e seu Ordenamento no Contexto Mundial. **RESR**, Piracicaba-SP, v. 50, n.1, p. 119-140, 2012.
- ALVES, L. W. R.; CARVALHO, E. J.; M.; SILVA, L. G. T. **Diagnóstico Agrícola do Município de Paragominas, PA**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2014.
- AZEVEDO, A.; ALENCAR, A.; MOUTINHO, P.; RIBEIRO, V.; REIS, T.; STABILE, M.; GUIMARÃES, A. **Panorama sobre o desmatamento na Amazônia em 2016**. Disponível em <<http://ipam.org.br/bibliotecas/panorama-sobre-o-desmatamento-na-amazonia-em-2016/>>. Acesso em: 20 fev. 2019.
- BARRETO, P.; ARIMA, E.; BRITO, M. Pecuária e Desafios para a Conservação Ambiental na Amazônia. **O Estado da Amazônia**, n.5, Belém: Imazon, 4p., 2005.
- BEIROZ, H. Zonas de amortecimento de Unidades de Conservação em ambientes urbanos sob a ótica territorial: reflexões, demandas e desafios. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 35, p. 275-286, 2015.

BERNARDO, C. **Comentários à Lei nº 11.284/2006**. Publicado em set. 2006. Disponível em: <<http://iedhma.org.br/artigos/art003.htm>>. Acesso em 13 abr. 2019.

BIZZO, Eduardo; DE FARIAS, André Luís Assunção. Priorização de municípios para prevenção, monitoramento e controle de desmatamento na Amazônia: uma contribuição à avaliação do Plano de Ação para a Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal (PPCDAm). **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, [S.l.], v. 42, dez. 2017.

BUSCH, J.; FERRETTI-GALLON, K. What drives deforestation and what stops it? A meta-analysis **Rev. Environ. Econ. Policy**, v 11, p. 3–23, 2017.

CASTRO, E. Dinâmica socioeconômica e desmatamento na Amazônia. **Novos Cadernos NAEA**. v. 8, n. 2, p. 5-39, 2005.

CONAMA. **Resolução nº 428 de 17 de dezembro de 2010**. Dispõe, no âmbito do licenciamento ambiental, sobre a autorização do órgão responsável pela administração da Unidade de Conservação (UC), de que trata o art. 36, § 3º, da Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000, bem como sobre a ciência do órgão responsável pela administração da UC no caso de licenciamento ambiental de empreendimentos não sujeitos a EIA-RIMA e dá outras providências. Disponível em: < <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=641>>. Acesso: 20 mar. 2019.

COSTA, D. R. T. R.; BOTEZELLI, L.; SILVA, B. G.; FARIAS, O. L. M. de. Zonas de Amortecimento em Unidades de Conservação: levantamento legal e comparativo das normas nos Estados de Minas Gerais, Rio de Janeiro e São Paulo. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 27, p. 57-70, 2013.

CHIESA, Maria Aparecida dos Santos. Gestão ambiental: Entraves e Perspectivas para a Municipalização no Estado do Espírito Santo. *In*: CONGRESSO CONSAD DE GESTÃO PÚBLICA – PAINEL 40: GESTÃO DOS MUNICÍPIOS II. 2., 2009, Brasília. **Anais eletrônicos...** Brasília: UnB, 2008.

DELAZERI, L. M. Determinantes do Desmatamento nos Municípios do Arco Verde-Amazônia Legal: uma abordagem econométrica. **Revista Economia Ensaios**, v.30 (2), p.11-34, 2016.

DIAS, L. F. O.; DIAS, D. V.; MAGNUSSON, W. E. Influence of Environmental Governance on Deforestation in Municipalities of the Brazilian Amazon. **PLoS One**, 10: 1–12, 2015.

DINIZ, C. G.; SOUZA, A. A. A.; SANTOS, D. C.; DIAS, M. C.; LUZ, N. C.; MORAES, D. R. V.; MAIA, J. S.; GOMES, A. R. G.; NARVAES, I. S.; VALERIANO, D. M.; MAURANO, L. E. P.; ADAMI, M. DETER-B: the new amazon near real-time deforestation detection system. **IEEE Journal**, v.7, n.8, p. 3619-3628, 2015.

EWERS, R. M., W. F. LAURANCE W. F.; SOUZA, C. M. Temporal fluctuations in Amazonian deforestation rates. **Environmental Conservation**, v.35, p.303–310, 2008.

FERREIRA, L. V.; VENTICINQUE, E.; ALMEIDA, S. O desmatamento na Amazônia e a importância das áreas protegidas. **ESTUDOS AVANÇADOS**, v. 19 (53), p. 157-166, 2005.

FONSECA-MORELLO, T.; RAMOS, R.; STEIL, L.; PARRY, L.; BARLOW, J.; MARKUSSON, N.; FERREIRA, A. Queimadas e Incêndios Florestais na Amazônia Brasileira: Porque as Políticas Públicas têm efeito limitado? **Ambiente & Sociedade**, v.20, n.4, p.19-40, 2017.

FUNDAÇÃO AMAZÔNIA DE AMPARO A ESTUDOS E PESQUISAS (FAPESPA), 2017. **Anuário Estatístico do Pará 2017**. Dados Estatísticos: Meio Ambiente.

GAMA, J. R. V.; SOUZA, A. L. de; MARTINS, S. V.; SOUZA, D. R. Comparação entre florestas de várzea e de terra firme do Estado do Pará. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.29, n.4, p.607-616, 2005.

GEIST, H.; LAMBIN, E. **What drives tropical deforestation?** 2001. A meta analysis of proximate and underlying causes of deforestation based on subnational case study evidence. LUCI International Project Office, Louvain-la-neuve – Belgium.

GEIST, H.J.; LAMBIN, E. F. Proximate Causes and Underlying Driving Forces of Tropical Deforestation. **BioScience**, v. 52, p. 143-150, 2002.

GUANDALINI, N. N.; BORINELLI, B.; GODOY, D. F. dos S. Gastos Públicos Ambientais nas Capitais dos Estados Brasileiros: Um Estudo Exploratório no Período de 2002 a 2010. **UNOPAR Cient.**, Londrina, v.14, n.2, p. 207-216, 2013.

GUNASEKARA, F. I.; RICHARDSON, K.; CARTER, K.; BLAKELY, T. Fixed effects analysis of repeated measures data. **International Journal of Epidemiology**, v.43, p.264–269, 2014.

HSIAO, C. Panel Data Analysis – Advantages and Challenges. **Working Paper, Institute of Economic Policy Research**, 2006.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Manual Técnico da Vegetação Brasileira**. Rio de Janeiro, 2012. 271p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE), 2017. **Divisões Regionais do Brasil**, Rio de Janeiro, Regiões Geográficas.

INSTITUTO DO HOMEM E MEIO AMBIENTE DA AMAZÔNIA. Brasil termina 2017 com número recorde de queimadas desde 1999, **Imprensa**, 2017. Disponível em: <<https://amazon.org.br/imprensa/brasil-termina-2017-com-numero-recorde-de-queimadas-desde-1999/>>. Acesso: 25 mar. 2019.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE), 2018. **Monitoramento da Floresta Amazônica Brasileira**, São Paulo.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE), 2008. Monitoramento da cobertura florestal da Amazônia por satélites. Disponível em: <[http://www.obt.inpe.br/deter/metodologia\\_v2.pdf](http://www.obt.inpe.br/deter/metodologia_v2.pdf)>. Acesso em: 25 fev. 2019.

KALAMANDEEN, M.; GLOOR, E.; MITCHARD, E.; QUICEY, D.; ZIV, GUY.; SPRACKLEN, D.; SPRACKLEN, B.; ADAMI, M.; ARAGÃO, L. E. O. C.; GALBRAITH, D. Pervasive Rise of Small-scale Deforestation in Amazonia. **Scientific Reports**, n. 1600, p. 1-10, 2018.

MACEDO, M. N.; DEFRIES, R. S.; MORTON, D. C.; STICKLER, C. M.; GALFORD, G. L.; SHIMABUKURO, Y. E. Decoupling of deforestation and soy production in the southern Amazon during the late 2000s. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v.109, p.1341-1346, 2012.

MARTINS, D. (coord.). **Plano safra florestal madeireira do Estado do Pará**. Instituto de Desenvolvimento Florestal do Pará. IDEFLOR, Belém, 2010. Disponível em: <[http://www.ideflor.pa.gov.br/files/Minuta\\_Plano\\_safra.pdf](http://www.ideflor.pa.gov.br/files/Minuta_Plano_safra.pdf)>. Acesso em: 20 abr. 2019.

MOFFETE, F.; GIBBS, H. Agricultural Displacement and Deforestation Leakage in the Brazilian Legal Amazon. In: **2018 ASSA Annual Meeting**, Philadelphia, PA, 2018.

PEEL, M. C., FINLAYSON, B. L.; MCMAHON, T. A. Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. **Hydrology and Earth System Sciences**, v.11, p.1633– 1644, 2007.

PINDYCK, R. S.; RUBINFELD, D. L.; **Econometria: modelos e previsões**. Rio de Janeiro. Elsevier, 2004.

PIONTEKOWSKI, V. J. Avaliação do Desmatamento no Estado de Rondônia entre 2001 e 2011. **Floresta e Ambiente**, v.21 (3), p.297-306, 2014.

PRATES, R. C.; BACHA, C. J. C. Os processos de desenvolvimento e desmatamento da Amazônia. **Economia e Sociedade**, v. 20, n.3 (43), p.601-636, 2011.

PROGRAMA Municípios Verdes: **Quem somos?** 2018. Disponível em: <[http://www.municipiosverdes.pa.gov.br/pages/quem\\_somos](http://www.municipiosverdes.pa.gov.br/pages/quem_somos)>. Acesso: 15 de set. 2018.

PROGRAMA MUNICÍPIOS VERDES. **Estado entrega veículos a prefeituras para combater o desmatamento, 2018**. Disponível em: <<http://www.municipiosverdes.pa.gov.br/blogs/ler/noticias/estado-entrega-veiculos-a-prefeituras-para-combater-o-desmatamento>>. Acesso: 13 mai. 2019.

RIVERO, S.; ALMEIDA, O. T.; ÁVILA, S.; OLIVEIRA, W. Pecuária e desmatamento: uma análise das principais causas diretas do desmatamento na Amazônia. **Nova Economia**, Belo Horizonte, v.1, n. 19, p.41-66, 2009.

ROSA I. M. D.; PURVES, D.; SOUZA JR., C.; EWERS, R. M. Predictive Modelling of Contagious Deforestation in the Brazilian Amazon. **PLoS One**, v. 8(10), 2013.

RODRIGUES, T. E.; VALENTE, M. A.; GAMA, J. R. N. F.; OLIVEIRA JÚNIOR, R. C.; SANTOS, P. L.; SILVA, J. L. 2002. Zoneamento Agroecológico do município de Paragominas, Estado do Pará. **Boletim-Técnico Belém: Embrapa Amazônia Oriental**, p.64.

SANCHES, A. C.; MELO, M. F. S.; CAMPOS-SILVA, W. L.; CALEMAN, S. M. de Q. Descentralização da Gestão Ambiental no Brasil: Análise histórica dos principais momentos do processo. **Gestão e Desenvolvimento**, v. 14, n.2, 2017.

SANT'ANNA, A. A. Land inequality and deforestation in the Brazilian Amazon. **Environment and Development Economics**, v.22, p.1-25, 2016.

SAMPAIO, S. M. N.; VENTURIERI, A.; CAMPOS, A. G. S.; ELLERES, F. A. P. Dinâmica da cobertura vegetal e do uso da terra na Mesorregião Nordeste Paraense. *In*: CORDEIRO, I. M. C. C.; RANGEL-VASCONCELOS, L. G. T.; SCHWARTZ, G.; OLIVEIRA, F. de A. **Nordeste Paraense: panorama geral e uso sustentável das florestas secundárias**. Belém, PA: EDUFRA, 2017. 323 p.

SCHMITT, J. 2015. 188 f. **Crime sem castigo: a efetividade da fiscalização ambiental para o controle do desmatamento ilegal na Amazônia**. Tese de Doutorado. Centro de Desenvolvimento Sustentável. Universidade de Brasília, Brasília.

SONEGHET, A. B.; SIMAN, R. R. Fundos ambientais como ferramenta de gestão municipal. **Ambiência**, v.10 n.1 p.135-146, 2014.

SOUZA, C. M. de.; GUERRA, A. D. Propagandas, discursos e análises sobre Belo Monte em Altamira, Pará, Brasil. **RAF**. v.11, n.2, 2017.

SOUZA, A. de A.; PONTES, A. N.; ADAMI, M.; NARVAES, I. da S. A Contribuição das estradas e o padrão de desflorestamento e degradação da cobertura florestal no Sudoeste Paraense. **Revista Brasileira de Cartografia**, Rio de Janeiro, n. 69 (9), p. 1833-1846, 2017.

TRITSCH, I.; LE TOURNEAU, F-M. Population densities and deforestation in the Brazilian Amazon: New insights on the current human settlement patterns. **Applied Geography**, vol. 76, 163-172, 2016.

VERÍSSIMO, A.; PEREIRA, D. Produção na Amazônia Florestal: características, desafios e oportunidades. **Parc. Estrat.**, Brasília-DF, v. 19, n. 38, p. 13-44, 2014.

WALKER R.; MORAN, E.; ANSELIN, L. Deforestation and cattle ranching in the Brazilian Amazon: external capital and household processes. **World Development**, 28 (4), 683-699, 2000.

WHATELY, M.; CAMPANILI, M. (org.). **Organizando a área de controle ambiental do município**. Série gestão ambiental municipal para a área rural. Belém: Governo do Pará, Programa Municípios Verdes, 2014.

## CAPÍTULO 3 APLICAÇÃO DO CONTROLE SINTÉTICO NA AVALIAÇÃO DE IMPACTO DO PROGRAMA MUNICÍPIOS VERDES

### Resumo

Este trabalho teve como objetivo avaliar o Programa Municípios Verdes (PMV) na perspectiva do impacto sobre o controle do desmatamento nos municípios participantes do programa categorizados como “municípios verdes (MVs)”. A avaliação se deu por meio da aplicação do método do Controle Sintético (CS) que estima através de técnicas econométricas e computacionais, o efeito da política e seu *contrafactual* por atribuição de pesos a unidades sintéticas. Estratégias empíricas foram aplicadas para a estimação, como a criação de um índice de preservação florestal (IPF) e escalonamento de grupos de municípios de acordo com o quantitativo de florestas indicado pelo índice. O IPF capta não somente o desmatamento, mas as áreas florestais remanescentes. Os resultados mostraram que no modelo total de municípios tratados (MVs) e controles, a densidade demográfica prejudica a preservação das florestas e os gastos com gestão ambiental aumenta as áreas florestais. O impacto do PMV sobre os municípios foi detectado em 10, dos 15 municípios verdes analisados. Dificuldades impostas pelo cenário de fronteira agrícola são importantes para explicar a ausência de impacto em alguns municípios e, além do controle do desmatamento, a preservação florestal é fundamental para efetiva gestão ambiental do PMV no Estado do Pará.

**Palavras-chave:** Controle Sintético; Desmatamento; Preservação Florestal, Políticas.

### Abstract

This study aimed to evaluate the Programa Municípios Verdes (PMV) from the perspective of the impact on deforestation control in the municipalities participating in the program categorized as “municípios verdes (MVs)”. The evaluation of the data by applying the Synthetic Control method (SCM) which estimates through econometric and computational techniques, the effect of the policy and its counterfactual by assigning weights to synthetic units. Empirical strategies were applied for estimation, such as the creation of a índice de preservação florestal (IPF) and scaling of groups of municipalities according to the amount of forests according to the index. The IPF captures not only deforestation, but the remaining forest areas. The results showed that in the total model of treated municipalities (MVs) and controls, demographic density impairs forest preservation and environmental management spending increases forest areas. The impact of PMV on municipalities was detected in 10 of the 15 MVs analyzed. Difficulties imposed by the agricultural frontier scenario are important to explain the lack of impact in some municipalities and, in addition to controlling deforestation, forest preservation is fundamental for effective environmental management of PMV in the State of Pará.

**Keywords:** Synthetic Control; Deforestation; Forest Preservation, Policies.

### 3.1 Introdução

A avaliação de políticas tem se tornado cada vez frequente em governos e organismos internacionais. Essas avaliações buscam identificar os impactos na execução de políticas

públicas sobre uma determinada unidade político-administrativa (cidade, estado, região ou país) diante de alterações nas variáveis de interesse (socioeconômicas e ambientais). Para tanto, experimentos aleatórios são realizados por meio de combinações que comparam no tempo e no espaço as unidades para verificar se existem relações de causalidade. A aplicação de técnicas de avaliação de políticas tem fomentado o desenvolvimento do pensamento crítico e também as alternativas para o desenvolvimento socioeconômico e ambiental em diversas localidades (SAMPAIO *et al.*, 2016; ELLERY JÚNIOR *et al.*, 218).

No âmbito nacional, Teixeira *et al.* (2016) mensurou o impacto da política de expansão da indústria naval do Rio Grande do Sul e observou que a política teve efeitos positivos sobre o aumento do Produto Interno Bruto Per capita; Assunção *et al.* (2016) verificou que a política de incentivo ao uso de automóveis movidos a biocombustíveis teve impactos positivos sobre produtividade da cana-de-açúcar no Estado de Mato Grosso do Sul e Possebom (2017) avaliou que a política de criação da Zona Franca de Manaus (ZFM) alcançou seu objetivo em promover o crescimento econômico regional. No âmbito internacional, Rana e Sills (2018) determinaram que a política internacional de certificação florestal aumentou a cobertura florestal em três importantes florestas tropicais do mundo e Adarov (2018), avaliou que a política de integração econômica Europa e Ásia (Eurásia) teve diferentes impactos sobre a balança comercial dos países do leste europeu e da Ásia.

As pesquisas citadas anteriormente lançaram mão de duas técnicas econométricas usualmente aplicadas para avaliação de políticas públicas, a Diferença em Diferenças (DD) e o Controle Sintético (CS). A DD busca aferir o impacto da política na variável de interesse diante dos dados de ambas as unidades (tratamento e controle), avaliando no tempo, antes e depois da execução da política pública pela diferença entre os valores médios da variável de interesse dos grupos (MENEGUIN; FREITAS, 2013). Já, para o CS, o interesse é a criação de uma região sintética com unidades analisadas de forma agregada em oposição à unidade tratada. As unidades da região sintética têm médias ponderadas de acordo com as características que mais se aproximam na região tratada (MENEGUIN; FREITAS, 2013; ELLERY JÚNIOR *et al.*, 2018).

De maneira geral, o método do CS tem sido visto como uma inovação na avaliação de políticas. Segundo Sampaio *et al.* (2016) e Oliveira Filho (2016), o método do CS tem vantagens sobre o DD por apresentar possibilidades de avaliar apenas uma unidade tratada em relação a muitos pares do grupo de controle. O CS adapta-se melhor para análises que envolvam pequenos grupos de unidades ou apenas uma unidade tratada, sendo um método não paramétrico com resultados gráficos que possibilitam a visualização do impacto da

política no âmbito do seu *contrafactual*. Além disso, diferentemente do método DD, o CS só utiliza informações sobre o período pré-intervenção política para formação do grupo de controle, e isso não tem relação direta com os resultados. A transparência na escolha do grupo de controle se dá pelo envolvimento de variáveis de forte similaridade no período pré-intervenção (ATHEY; IMBENS, 2017; BARTZ; TEIXEIRA, 2017).

Neste contexto, o Programa Municípios Verdes (PMV), foi considerado como política passível de ser avaliada mediante o seu impacto sobre a cobertura florestal dos municípios participantes. Incorporado à agenda de políticas ambientais, o PMV tem atuado de maneira integrada nos municípios do Estado do Pará através de parcerias com a sociedade civil, iniciativa privada e órgãos fiscalizadores (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis e Ministério Público Federal) (PMV, 2013). Até o ano de 2018, o Estado do Pará possuía 124 municípios participantes do PMV, de um total de 144 municípios. Dentre os participantes, 16 municípios estão atualmente na categoria “Municípios Verdes” (MVs), ou seja, municípios cumpridores de todas as metas estipuladas pelo PMV. Por terem alcançado os melhores resultados no programa, os MVs foram usados como unidades tratadas e os demais municípios como unidades controles.

Sendo assim, o PMV foi avaliado através da aplicação do CS sobre um conjunto de variáveis ambientais e socioeconômicas no tempo e no espaço. Os efeitos do PMV sobre o controle do desmatamento podem elucidar se de fato o programa alcançou seus objetivos ao considerar todos os municípios que não foram afetados ou não afetados pela política como possíveis unidades de controle pré-tratamento, haja vista que, os controles não alcançam plenamente as metas do programa (PMV, 2013; BARTZ; TEIXEIRA, 2017).

O controle do desmatamento perpassa pela evolução da cobertura florestal nos MVs que refletem não somente o efeito da política, mas também o efeito *contrafactual*, ou seja, o que teria ocorrido na cobertura florestal do município se não houvesse a intervenção política. Uma simples comparação entre as áreas desmatadas pré e pós-intervenção do PMV não seria capaz de elucidar os efeitos da política sobre os municípios. Para solucionar esse problema, a metodologia do CS foi adotada.

Espera-se que a variação na cobertura florestal introduzida na variável de interesse nos municípios sintéticos ofereça um bom *contrafactual* dos municípios atingidos pelo PMV, caso o programa não tivesse ocorrido e assim, estimando um impacto do PMV sobre o controle de desmatamento do Estado do Pará. Dessa forma, o objetivo do presente trabalho foi analisar o impacto da política PMV nos municípios tratados e que estão na categoria mais avançada (MVs) em termos de resultados do programa iniciados em 2011.

## 3.2 Material e Métodos

### 3.2.1 Estratégia empírica

O método do CS idealizado por Abadie e Gardeazabal (2003); Abadie *et al.* (2010) se dá através da construção de uma unidade sintética a partir de cada unidade controle, ou seja, não afetada na sua totalidade pela política. Para o caso do PMV, a unidade sintética será formada por todos os municípios (afetados e não afetados) que ainda não atingiram todas as metas do programa. Além dos municípios não participantes do programa, existem aqueles que participam, no entanto, sem atingir plenamente as metas do PMV e, portanto, não fazem parte dos MVs. Dessa forma, consideraram-se tratados apenas os chamados MVs, categoria de melhor desempenho dentro do programa (16 municípios) e os demais (128 municípios) como unidades controles perfazendo os *donor pool* de controles para estimar o *contrafactual*.

Para cada município tratado, foi estimado um município sintético através dos *donor pool*, onde são definidos via programação os pesos dos municípios em potencial para a determinação do *contrafactual*. O *contrafactual* é o cenário que mostra como os municípios tratados teriam evoluído, caso o PMV não tivesse sido implementado. Uma das grandes vantagens do CS é que a escolha das unidades que compõem o município sintético foi realizada de forma programada e objetiva, o que reduz a discricionariedade na escolha das unidades de comparação.

Os MVs foram escolhidos e tratados por terem alcançado os requisitos necessários para serem considerados “Municípios Verdes”, segundo as metas de controle do desmatamento estabelecidas pelo PMV como a assinatura do pacto local contra o desmatamento, no mínimo 80% de área cadastrada no Cadastro Ambiental Rural (CAR) e taxa anual de desmatamento abaixo de 40 km<sup>2</sup> (PMV, 2013). As diferenças entre os municípios que compõem a unidade sintética e os municípios que compõem a unidade real devem ser mínimas para o período pré-tratamento, ou seja, antes da intervenção política. Dessa forma, o efeito estimado do PMV foi simplesmente a diferença entre o valor da variável resposta de cada unidade tratada (MV) e da unidade sintética.

A formação do município sintético depende da seleção das unidades (municípios) controles (*donor pool*) para o aferimento do *contrafactual*, que embora nunca observado, é estimado a partir de resultados em unidades com características similares e testes estatísticos (ABADIE *et al.*, 2014). Todavia, para a formação do município sintético, a técnica de

programação do CS exige que boa parte dos dados sobre os municípios sejam diferentes de zero. Trata-se de uma modelagem que é rodada em painel de dados e a ausência de valores deve ser mínima entre as observações. Neste sentido, verificou-se a ausência de valores para alguns municípios do Pará. Detectou-se ausência de valores sobre gastos com gestão ambiental para mais de 13 anos na série histórica nos municípios de Brage, Brejo do Araguaia, Curralinho, Faro, Mojuí dos Campos, Muaná, Oeiras do Pará, Quatipuru, Salinópolis, Santa Cruz do Arari, Santa Maria das Barreiras, Santarém Novo, São Domingos do Capim, Sapucaia, Soure e Terra Alta. Dessa maneira, os municípios acima citados foram excluídos do modelo. O município de Santa Maria das Barreiras é MV e a priori, seria considerado tratado no modelo mas também foi excluído.

Realizado o tratamento na base de dados com as devidas exclusões, ficaram 15 municípios a serem investigados como tratados e 113 municípios controles. A exclusão faz parte da estratégia empírica da pesquisa que ainda contou com outras especificações. Outra estratégia pré-modelagem foi a retirada do viés de influência de municípios tratados sobre o placebo do tratado. Como bem descrevem Abadie e Gardeazabal (2003) seguido de Abadie *et al.* (2010), para contornar as incertezas quanto à capacidade do grupo controle de reproduzir o *contrafactual*, um teste de inferência estatística chamado placebo é gerado para determinar como os municípios controle teriam se comportado se fossem tratados na política, validando assim, o CS.

O placebo reproduz o cenário do município tratado versus o grupo de municípios controles. O tratado é substituído por um município do grupo de controle alternadamente e assim, verifica-se a trajetória da variável resposta no controle se o mesmo fosse tratado. No entanto, ao permitir que outros tratados façam parte do grupo controle na observação individual do tratado gera-se um viés de influência na análise gráfica subestimando o efeito do teste placebo. Assim, a estratégia foi não incluir outros tratados no grupo controle de análise individual do tratado no placebo.

Ainda sobre a estratégia empírica, foi necessário realizar um escalonamento de municípios com vistas a homogeneizar as observações gráficas. Sabendo que a variável de interesse do modelo CS deve indicar a cobertura florestal dos municípios deve-se equilibrar aqueles com áreas mais preservadas e aqueles com áreas menos preservadas. Isto ajuda na visualização do desempenho municipal dos controles em relação aos tratados para o teste de inferência placebo.

Dessa maneira, tendo como base o ano de 2002 (ano inicial da série), os municípios foram escalonados (Quadro 2) em dois grupos que indicam faixas de valores da variável de

interesse, ao qual chamamos de índice de preservação florestal (IPF). Os limites de cada grupo foram:  $IPF < 2$  municípios do grupo 1 e  $IPF \geq 2$  municípios do grupo 2. Cada grupo tem  $N$  municípios controles para  $M$  municípios tratados com valores dentro do mesmo intervalo de índice.

**Quadro 2-** Grupos de municípios tratados e controles segundo intervalos de IPF para a estimativa de impacto no Modelo CS.

Grupo	Intervalo	Municípios tratados	Municípios controles
Grupo 1	$IPF [-\infty, 2[$	Canaã dos Carajás; Dom Eliseu; Paragominas; Redenção; Santana do Araguaia; Tucumã; Ulianópolis; Xinguara.	Curionópolis; Piçarra; São Geraldo do Araguaia; Eldorado do Carajás; Rio Maria; Abel Figueiredo; Mãe do Rio; São Domingos do Araguaia; Jacundá; Palestina do Pará; Floresta do Araguaia; Santa Luzia do Pará; Capitão poço; Conceição do Araguaia; Garrafão do norte; Nova Ipixuna; Pau d'arco; Cachoeira do Arari; Santa Maria do Pará; Bragança; Castanhal; Água Azul do norte; Augusto Corrêa; São Francisco do Pará; Ourém; Capanema; Bannach; Tracuateua; Bonito; Igarapé-Açu; Aurora do Pará; Irituia; São João do Araguaia; Viseu; São Miguel do Guamá; Bom Jesus do Tocantins; Breu Branco; Concórdia do Pará; Peixe-boi; Nova Timboteua; Santa Izabel do Pará; Inhangapi; Santo Antônio do Tauá; Rondon do Pará; Marituba; Vitória do Xingu; Benevides; Goianésia do Pará; Primavera; Ananindeua; Mocajuba; Vigia; Tomé-açu; São Caetano de Odivelas; Belém; Santa Bárbara do Pará; Marabá; Bujaru; Marapanim; Itupiranga; Magalhães Barata; Curuçá; Nova Esperança do Pirá; Abaetetuba; Ipixuna do Pará; São João da Ponta; Maracanã; Acará; Cametá.
Grupo 2	$IPF [2, +\infty]$	Alenquer; Brasil Novo; Cumaru do Norte; Juruti; Óbidos; Santarém; Tailândia.	Tucuruí; Tailândia; Baião; Moju; Salvaterra; Barcarena; Colares; Novo Repartimento; São João de Pirabas; Curuá; Pacajá; Igarapé-Miri; Monte Alegre; Terra Santa; Rurópolis; Belterra; Parauapebas; Placas; Uruará; São Félix do Xingu; Ourilândia do Norte; Medicilândia; Anapu; Prainha; São Sebastião da Boa Vista; Novo Progresso; Breves; Limoeiro do Ajuru; Itaituba; Trairão; Aveiro; Portel; Cachoeira do Pirá; Ponta de Pedras; Anajás; Melgaço; Senador José Porfírio; Altamira; Almeirim; Jacareacanga; Chaves; Porto de Moz; Oriximiná; Gurupá; Afuá.

Nota: O impacto via CS para o município tratado de Santa Maria das Barreiras não foi estimado devido à ausência de boa parte dos dados para Gastos com gestão ambiental, inviabilizando a rotina no modelo.

Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

### 3.2.2 Índice de Preservação Florestal (IPF)

Retratar a trajetória da variável de interesse diante do tratamento e do *contrafactual* da política é o grande objetivo do método CS. A escolha da variável de interesse, também chamada variável resposta não foi simples. O controle do desmatamento incorpora não somente a estabilidade das taxas de desmatamento como também a recuperação de áreas já desmatadas, haja vista que o PMV, como ação política, prevê a articulação do governo estadual com os municípios para fortalecimento da gestão ambiental local.

Segundo Chaves *et al.* (2013), a gestão ambiental incorpora ações voltadas ao manejo florestal e recuperação de áreas degradadas. Neste sentido, expressar somente o

desmatamento como variável resposta não seria suficientemente adequado para o PMV. Para solucionar este problema, a presente pesquisa criou um índice envolvendo dados de desmatamento e de cobertura florestal que incluem quantidade de florestas naturais e sua regeneração.

A regeneração florestal natural está condicionada a produção rural sustentável com o mínimo de intervenção antrópica sobre a vegetação (PALUDO; COSTABEBER, 2012). Sabendo disso, o índice de preservação florestal (IPF) de autoria própria foi construído, gerando a seguinte expressão:

$$IPF = \frac{\text{Área de Floresta Natural}}{\text{Área Desmatada}} \quad (4)$$

Onde  $IPF \geq 1$  indica área florestal muito preservada e  $IPF < 1$  indica área florestal pouco preservada. Os valores de IPF foram calculados em  $\text{km}^2$  e reproduzem a preservação florestal no território dos municípios tratados e controlados no método CS. Os municípios com IPF menores que 2 foram alocados no grupo 1 e, com esse escalonamento, pode-se dizer que fazem parte do grupo os municípios com áreas florestais muito e/ou poucas áreas preservadas. Analogamente, os municípios com IPF iguais ou maiores que 2 foram alocados no grupo 2, com área florestal bastante preservada. A média dos IPFs usados no escalonamento também revelou que alguns municípios tratados (categoria MV) possuem áreas desmatadas superiores as áreas de floresta ao longo da série histórica (Quadro 3).

**Quadro 3-** Relação entre Floresta e Desmatamento para os municípios tratados no CS.

<b>Relação Floresta vs. Desmatamento</b>	<b>Municípios Verdes (tratados)</b>	<b>Média dos valores de IPF (2002-2016)</b>
Área de Floresta > Área Desmatada	Alenquer	16,43
	Óbidos	13,31
	Juruti	6,05
	Brasil Novo	2,01
	Paragominas	1,66
	Cumaru do Norte	1,64
	Tailândia	1,55
	Dom Eliseu	1
Área de Floresta < Área Desmatada	Ulianópolis	0,92
	Canaã dos Carajás	0,92
	Santana do Araguaia	0,73
	Redenção	0,34
	Xinguara	0,20
	Tucumã	0,20

Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

### 3.2.3 Operações matemáticas e formação do município sintético

Primeiramente, foi definido o número de anos  $T$  no qual foram observados os municípios e  $T_0$  como o último período antes da intervenção política do PMV, de forma que  $1 < T_0 < T$ . Seja  $Y_{it}$  o IPF no município  $i$ , no período  $t$ ;  $Y_{it}^N$  o IPF caso o município não tenha participado do PMV e  $Y_{it}^P$  o IPF caso tenha participado. Dessa forma, o impacto do PMV no município  $i$  no período  $t$  será dado por:

$$\alpha_{it} = Y_{it}^P - Y_{it}^N \quad (5)$$

Inserindo uma variável *dummy* de valor 1 ( $D_{it}$ ) para o caso de o município ter participado do PMV e 0, caso contrário. Assim, a expressão mudaria para:

$$Y_{it}^P = Y_{it}^N + D_{it}\alpha_{it} \quad (5.1)$$

A priori, o cálculo do impacto do PMV parece simples, no entanto, para os municípios participantes, não sabemos como o IPF teria evoluído na ausência do PMV ( $Y_{it}^N$ ). Logo, o desafio da avaliação de impacto é, justamente, encontrar um método robusto de estimar o  $Y_{it}^N$ . O estimador sintético contorna esse problema comparando a evolução das florestas pós PMV de cada MVs com uma combinação ponderada de municípios não participantes, de forma a que suas características se assemelhem ao do grupo de unidades tratadas, representadas pelos MVs no período pré-PMV.

Para ilustrar o desenvolvimento empírico do município sintético, supomos que  $Y_{it}^N$  possa ser estimado pela seguinte equação:

$$Y_{it}^N = \beta_t X_i + \lambda_t \mu_i + \theta_t + \varepsilon_{it} \quad (5.2)$$

onde  $X_i$  é um vetor de variáveis que determinam o ganho ou perda florestal (com seus parâmetros  $\beta$  associados),  $\mu$  é um vetor de efeitos específicos dos municípios que fazem parte do *pool* de doadores (com seus parâmetros  $\lambda$  associados) e  $\varepsilon$  representa o termo de erro, indicando os choques idiossincráticos. Considerando que os municípios selecionados para a unidade sintética possuem pesos atribuídos para definir o *contrafactual*, insere-se na equação o vetor  $W$  (combinação de pesos para um município sintético), ou seja, uma média ponderada para os *donor pool*, gerando a seguinte equação:

$$\sum_{j=2}^{j+1} w_j Y_{it}^N = \theta_t + \beta_t \sum_{j=2}^{j+1} w_j X_i + \lambda_t \sum_{j=2}^{j+1} w_j \mu_i + \sum_{j=2}^{j+1} w_j \varepsilon_{it} \quad (5.3)$$

Onde para  $W = (w_2, \dots, w_{J+1})$  um vetor  $(J \times 1)$ , tal que  $w_j \geq 0$  para  $j=2, \dots, J+1$  e  $2 + \dots + w_{J+1} = 1$ . Diante dessa expressão, Abadie e Gardeazabal, (2003) e Abadie *et al.* (2010) fizeram uma suposição, a de que existe um vetor  $(w_2^*, \dots, w_{J+1}^*)$  cuja soma seja igual a 1, tal que:

$$\sum_{j=2}^{J+1} w_j * Y_{j1} = Y_{11}, \dots, \sum_{j=2}^{J+1} w_j * Y_{jT_0} = Y_{1T_0} \quad \text{e} \quad \sum_{j=2}^{J+1} w_j * X_j = X_1 \quad (5.3.1)$$

Atendidas essas condições, foi possível encontrar uma combinação ponderada de controles, perfazendo um vetor de pesos  $W$  de forma a minimizar os erros quadráticos médios do estimador, tal que:

$$\hat{\alpha}_{it} = Y_{it}^P - \sum_{j=2}^{J+1} w_j * Y_{jt} \quad (5.4)$$

Neste caso, usou-se  $\sum_{j=2}^{J+1} w_j * Y_{jt}$  como estimador de  $Y_{it}^N$ , ou seja, como *contrafactual* para determinar a trajetória do IPF caso o PMV não tivesse sido implementado. No entanto, é necessário elucidar que devido a incerteza relacionada ao fato de não saber se os municípios escolhidos na ponderação para criação do município sintético são realmente capazes de reproduzir o que teria ocorrido sem a implementação do PMV, testes de inferência já citados (testes placebo) anteriormente foram realizados no espaço (aplicação do tratamento a unidades controle) para validar de maneira contundente o impacto do PMV pelo método CS.

### 3.2.4 Base de dados

Um painel de dados balanceado para os municípios do Estado do Pará foi construído compreendendo o período de 2002 a 2016, considerando os MVs como unidades tratadas e os demais municípios como unidades de controle para formação da unidade sintética. Os dados provenientes das áreas de cobertura florestal e suas alterações (perda ou ganho florestal) foram levantados do projeto Mapeamento Anual da Cobertura e Uso do Solo no Brasil (MapBiomias).

Criado em 2015, o projeto é uma iniciativa recente que utiliza processamento em nuvem e classificação automatizada a partir da plataforma Google Earth Engine (GEE) para gerar mapas anuais de cobertura e uso da terra do Brasil. A classificação empírica do MapBiomias é baseada em Modelagem Espectral de Mistura (MEM) (WANG *et al.*, 2019; MAPBIOMAS, 2018) e tem tido grande confiabilidade no meio científico. Sabendo que a

regeneração natural das florestas indica boas práticas do produtor rural ao combinar sua atividade agrícola com a conservação da vegetação nativa, a variável “Florestas Naturais” captada do Mapbiomas foi considerada na formação do IPF.

O IPF é a razão da variável captada no MapBiomas e da variável “Áreas desmatadas” captada do PRODES-INPE, sistema que além de consolidar as taxas anuais de desmatamento, quantifica as áreas desmatadas por município ao ano. Para as variáveis explicativas do IPF, foram levantados dados de pesquisas específicas do IBGE (Pesquisa da Pecuária Municipal (PPM), Estimativa Populacional (EstimaPop), Produto Interno Bruto (PIB)), além de dados do Sistema de Coleta de Dados Contábeis do Tesouro Nacional (SISTN) referente aos Gastos com Gestão Ambiental (GGA) (preservação e conservação ambiental; controle ambiental; recuperação de áreas degradadas; recursos hídricos; meteorologia e outras despesas) (Tabela 10).

**Tabela 10-** Variáveis do modelo de impacto CS sobre o controle do desmatamento no Estado do Pará.

<b>Categoria</b>	<b>Variáveis</b>	<b>Período</b>	<b>Fonte</b>
Variável resposta	i. Índice de Preservação Florestal*		MapBiomas e PRODES-INPE
Variáveis explicativas	ii. Quantidade do rebanho bovino iii. População estimada iv. Produto Interno Bruto Per capita v. Gastos com Gestão Ambiental	2002-2016	IBGE-SIDRA; IBGE-EstimaPop; SISTN

\*A cobertura florestal usada para construção do IPF está classificada como Floresta (classe nível 1), Floresta Natural (classe nível 2) e Formação Florestal (classe nível 3). A classe nível 3 está subdividida em Formação Florestal, Formação Savânica e Mangue onde considerou-se apenas os dados de Formação Florestal.

Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

A lista de municípios tratados da categoria MVs (Monitorados e Sob Controle) sofreu alterações com entradas de municípios na categoria ao longo do tempo. No entanto, na programação computacional executada foram considerados os 15 MVs listados até 2018 segundo a estratégia empírica, sendo que entre 2016 (ano final da série histórica) e 2018, a lista de MVs não sofreu alterações. As estimações foram balizadas considerando o ano de 2011 como período de tratamento (ano de implementação do PMV) e, conseqüentemente 2012 foi o primeiro resultado pós-tratamento.

Por fim, os modelos foram gerados em *Stata 13.0*, mas outros *softwares* também rodam modelos CS, pareamento dos escores e DD como o *Matlab* e o *R*. Em específico, o *Stata 13.0* possui o pacote *synth\_runner*, que automatiza a operação de execução das

estimativas de CS usando o complemento *synth*. O complemento *synth* determina os pesos que serão usados na construção da unidade de controle sintético.

### 3.3 Resultados

#### 3.3.1 Modelos gerados no Controle Sintético

Os modelos analíticos do CS foram gerados em efeitos fixos e aleatórios utilizando os valores absolutos de floresta natural e desmatamento para a formação dos dados de IPF e o log natural da quantidade de rebanho bovino, log natural na população estimada, log natural do PIB per capita e log natural dos gastos com gestão ambiental para as variáveis explicativas. Os modelos compreendem análises de dados de corte transversal combinados com série temporal, isto é, dados em painel. Portanto se fez necessária a aplicação do teste de Hausman com o intuito de verificar qual o modelo de análise é o mais adequado entre os tipos (fixo ou aleatório) (HAUSMAN; TAYLOR, 1981) onde a hipótese nula, compreende que a diferença entre os vetores de estimativas fixos e aleatórios seja zero, conforme a equação:

$$H_0 = \hat{\beta}_{EF} - \hat{\beta}_{EA} = 0 \quad (6)$$

Uma vez rejeitando-se a hipótese nula, o modelo a ser escolhido é o de efeitos fixos e, dessa forma, pode-se afirmar que existe uma relação entre os fenômenos analisados. O resultado do teste de Hausman descartou a hipótese nula de efeitos aleatórios no modelo total. Os coeficientes e erros-padrão no modelo de efeitos fixos para os municípios (total, tratamento e controle) são mostrados na Tabela 11.

O modelo total que indica o IPF para efeito fixo apresentou significância para todos os coeficientes, exceto para *Lnpibpc* que indica o PIB Per capita. Foram rodadas 1690 observações no formato *linear-log* referentes aos 128 municípios selecionados após a estratégia empírica para o CS. O modelo foi estimado para uma série temporal de 15 anos (2002 a 2016):

$$IPF_{it} = 32,2957 - 2,4161Lnreb_{it} - 8,8289Lndens_{it} - 2,6394Lnpibpc_{it} + 4,9277Lngare_{it} \quad (7)$$

Na equação do modelo total, o PIB per capita não foi significativo, indicando que a variável não tem influência sobre o IPF ao longo dos anos devido. Todavia, o aumento de 1%

sobre o rebanho bovino (*Lnreb*, significativa) dos municípios causa uma queda de 2,4161 unidades em IPF, ou seja, há uma associação inversa entre a quantidade de bovinos e a área de floresta no município. O mesmo ocorre com a densidade populacional nos municípios do Pará. O aumento de 1% em *Lndens* causa uma queda de aproximadamente 8,83 unidades de IPF. Observa-se uma queda bem superior em relação a variável representativa do rebanho bovino.

**Tabela 11-** Resultados do modelo em painel para os municípios tratados, controles e total.

<b>Variável resposta: Índice de Preservação Florestal</b>			
<b>Coefficientes</b>	<b>Efeito Fixo (total)</b>	<b>Efeito Fixo (tratamento)</b>	<b>Efeito Fixo (controle)</b>
<i>Lnreb</i>	-2,4161** (1,1997)	-2,2675* (1,1537)	-2,4585* (1,3030)
<i>Lndens</i>	-8,8289*** (1,3585)	-3,9666*** (1,0796)	-9,2576*** (1,4845)
<i>Lnpiibpc</i>	-2,6394† (3,4415)	-3,6774* (1,7074)	-2,1856† (4,1954)
<i>Lngare</i>	4,9277 *** (1,4961)	2,6949** (1,0127)	5,1620*** (1,6240)
constant	32,2957* (17,8882)	35,8869** (13,9760)	31,8599† (19,4695)
observações	1690	225	1513
Teste de Heterocedasticidade (Breusch–Pagan)	38,88 (0,0000)	78,24 (0,0000)	118,88 (0,0000)
Teste de Multicolinearidade (FIV médio)	1,51	1,36	1,49

Nota: Os modelos foram gerados pelo Método dos Mínimos Quadrados Ordinários (MQO). Os erros padrão robustos estão indicados entre parênteses. \*\*\*Significativo a 1%; \*\* Significativo a 5%; \*Significativo a 10%; † Não significativo.

Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

No modelo total, *Lndens* foi o coeficiente mais significativo, ou seja, com maior impacto e menor chance de erro de expressar a relação com a variável resposta. Para os gastos com gestão ambiental (GGA), o movimento é inverso das outras variáveis. O aumento de 1% nos GAA causa um aumento de 4,9277 no IPF, ou seja, os gastos impulsionam a preservação florestal nos municípios. Neste modelo, o teste de *Breusch–Pagan* apresentado na tabela anterior, rejeitou a hipótese nula no modelo, onde os parâmetros são consistentes para estimar

o efeito sobre a variável resposta. O teste FIV (Fator de Inflação da Variância) médio mostrou que não existe multicolinearidade entre as variáveis explicativas.

Em relação ao painel de efeito fixo para os tratados (15 municípios) que estão na categoria MV, observou-se que todos os coeficientes foram significativos. Neste modelo, *Lndens* também é o coeficiente mais significativo com uma queda de 3,9666 unidades sobre o IPF. O PIB per capita passou a ser significativo a 10% sobre o IPF neste modelo causando um decréscimo aproximado de 3,68 unidades em IPF e os GGA geram um aumento aproximado em IPF de 2,70 unidades. Nos municípios controles, a densidade populacional teve seu maior efeito sobre IPF, gerando uma queda de 9,2576 unidades no índice. Ao mesmo tempo, o aumento de 1% nos GGA nestes municípios faz que os municípios preservem mais ao invés de desmatar com um aumento de 5,1620 unidades em IPF, sendo o maior acréscimo dentre os modelos.

### 3.3.2 Município Real e Sintético: análise do *Contrafactual*

Os municípios que compõem os controles, também chamados de *donors pool* foram usados para formação das unidades sintéticas para cada município tratado (MVs). Foram atribuídos pesos aos municípios para as estimativas da trajetória sintética do IPF caso o PMV não tivesse ocorrido (*contrafactual*). Os pesos minimizam o chamado Erro Quadrado Médio do Estimador (RMSPE, sigla em inglês) (Tabela 12) da diferença entre o IPF do município tratado e do município sintético nos anos de pré-intervenção, sendo mostrados na tabela 12.

O erro de estimação para todos os municípios do grupo 1, ficaram abaixo de 1, onde Canaã dos Carajás obteve o menor erro com 0,1497 com contribuição de 3 municípios para formação do município de Canaã dos Carajás sintético. O município de Marabá teve o maior peso (58%) para construção do município sintético de Canaã dos Carajás. Os demais municípios do grupo 1, tiveram a contribuição de Marabá para formação dos seus sintéticos, onde Xinguara sintético foi melhor estimado pela combinação de Água Azul do Norte, Bannach e Marabá, este último, com 83% de participação. Neste grupo, o município com maior erro, ou seja, menor significância na análise foi Xinguara com 0,8931.

Nos municípios do grupo 2, o município com menor erro de estimação foi Santarém com 0,8164, onde os municípios de Novo Repartimento, Terra Santa e Tucuruí serviram para formação do Santarém sintético. No grupo 2, o município de São Félix do Xingu foi usado na construção de 4 municípios sintéticos, sendo o município controle com maior atribuição de

pesos neste grupo. O maior erro foi em Cumaru do Norte com 19,8799 de RMSPE onde São Félix do Xingu teve a maior contribuição (64%) na formação de Cumaru do Norte sintético.

**Tabela 12-** Erros quadráticos médios do estimador (RMSPE) para os municípios tratados e pesos para a formação dos municípios sintéticos de acordo com o grupo de IPF.

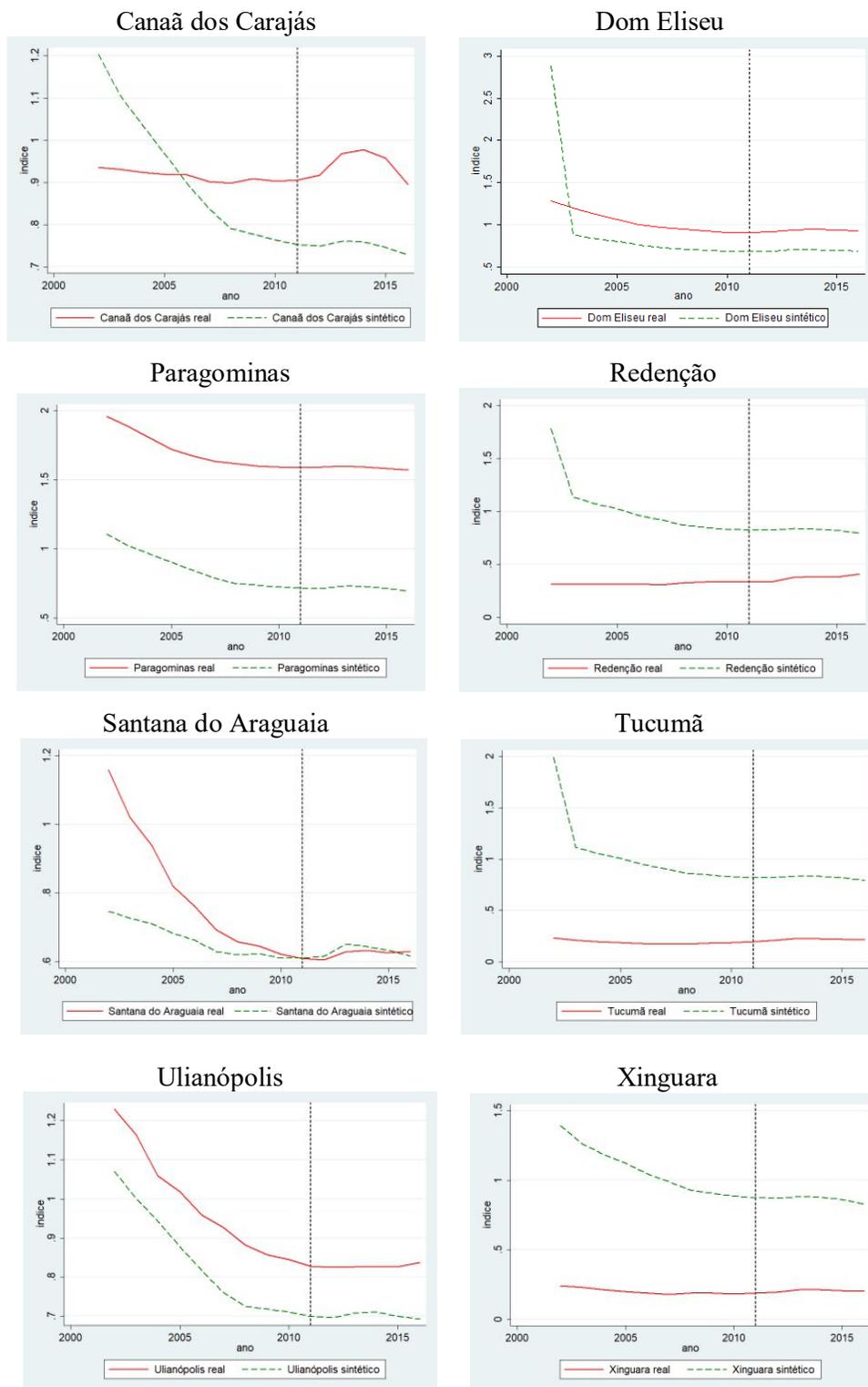
Grupo 1	RMSPE	% pesos	Município controle	Grupo 2	RMSPE	% pesos	Município controle
Canaã dos Carajás	0,1497	37%	Bannach	Alenquer	4,9877	15%	Novo Repartimento
		5%	Belém			23%	São Félix do Xingu
		58%	Marabá			62%	Outros*
Dom Eliseu	0,2438	14%	Água Azul do Norte	Brasil Novo	3,6688	63%	Novo Repartimento
		18%	Marabá			8%	São Félix do Xingu
		68%	Outros*			29%	Outros*
Paragominas	0,8310	20%	Água Azul do Norte	Cumaru do Norte	19,8799	28%	Almerim
		31%	Bannach			8%	Oriximiná
		49%	Marabá			64%	São Félix do Xingu
Redenção	0,6923	13%	Jacundá	Juruti	7,1403	9%	Novo Repartimento
		67%	Marabá			5%	Salvaterra
		20%	Outros*			86%	Outros*
Santana do Araguaia	0,1948	88%	Água Azul do Norte	Santarém	0,8164	36%	Novo Repartimento
		8%	Bannach			23%	Terra Santa
		3%	Marabá			41%	Tucuruí
Tucumã	0,7969	18%	Água Azul do Norte	Óbidos	1,7911	4%	Aveiro
		57%	Marabá			27%	São Félix do Xingu
		25%	Outros*			69%	Outros*
Ulianópolis	0,1290	58%	Bannach	Tailândia	1,0301	19%	Novo Repartimento
		14%	Belém			45%	Terra Santa
		28%	Marabá			35%	Tucuruí
Xinguara	0,8931	5%	Água Azul do Norte				
		12%	Bannach				
		83%	Marabá				

\*A porcentagem do peso para formação deste município sintético teve a contribuição de vários municípios do controle de acordo com o grupo de municípios.

Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

A atribuição de pesos aos municípios controles permitiu a formação dos municípios sintéticos para cada tratado de acordo com seu grupo. Os municípios sintéticos foram construídos levando em consideração os dados do período pré-intervenção, ou seja, dados anteriores ao início do PMV no Estado do Pará. Verifica-se assim, o comportamento da variável resposta na ausência (*contrafactual*) de efeito político, estimando o impacto dessa política na dinâmica da variável que neste caso é o IPF. A evolução do IPF para o grupo 1 foi estimada e está representada a seguir.

**Figura 12-** Estimativa de impacto do PMV sobre os municípios do grupo 1: evolução dos municípios reais e sintéticos.



Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

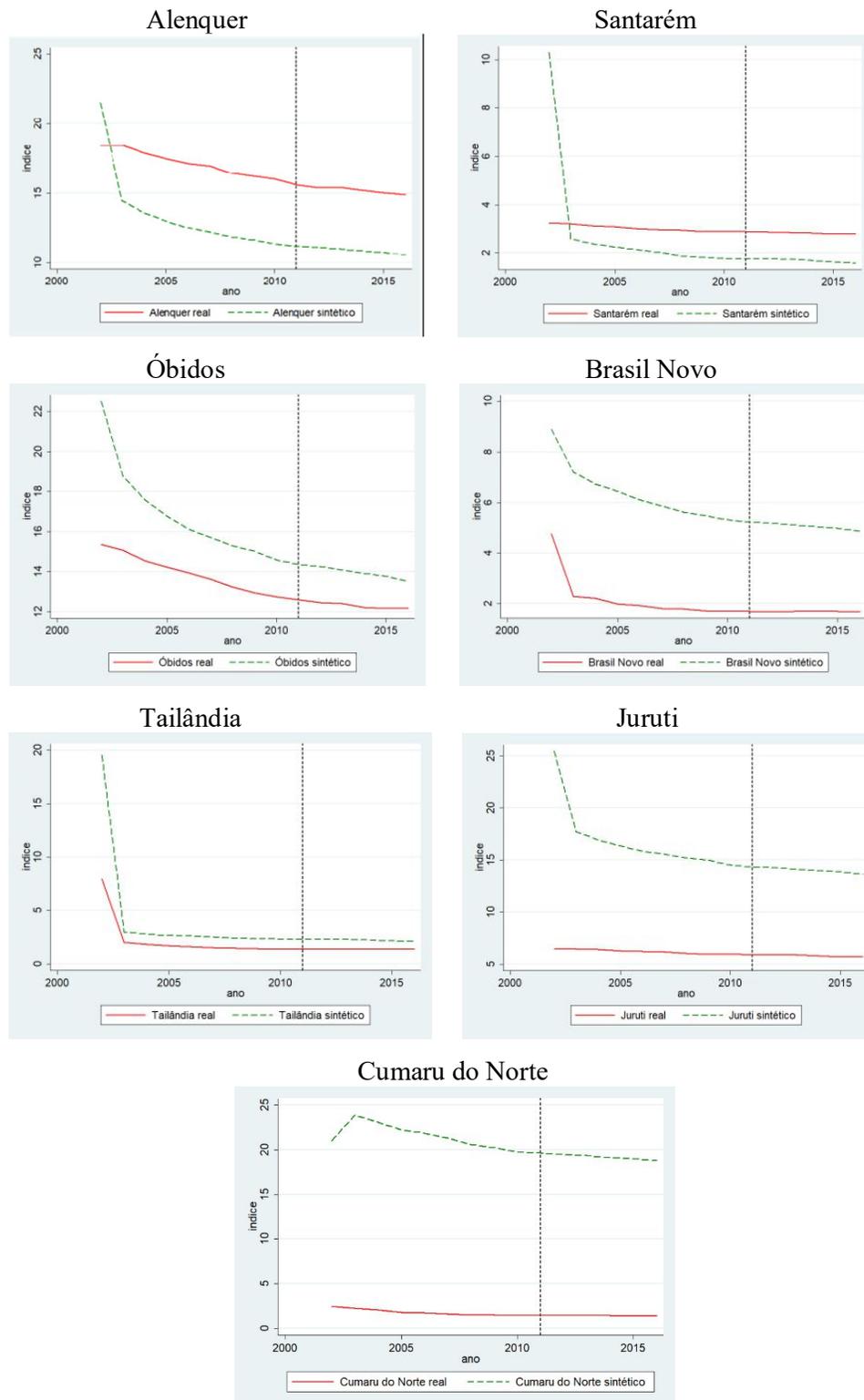
A figura 12 mostra que o IPF apresenta uma tendência de queda nos anos anteriores ao PMV em alguns municípios. Um movimento decrescente nos índices é mostrada em Canaã dos Carajás, Dom Eliseu, Paragominas, Santana do Araguaia, Ulianópolis e Xinguara. Após a inflexão política, os municípios reais passam a ter um IPF crescente, o que indica aumento em suas áreas florestais em relação ao desmatamento. As quedas mais acentuadas do IPF até 2011 foram em Ulianópolis e Santana do Araguaia que após a política obtiveram crescimento em seu índice.

Em Canaã dos Carajás nota-se um cruzamento entre a linha do município real e sintético em meados de 2006, onde neste ponto, o índice do município real supera o sintético e continua até o fim da série histórica. O cruzamento das linhas também ocorre em Dom Eliseu por volta de 2003 e em Santana do Araguaia no ano de intervenção política. Neste momento, o município sintético chega a superar o real, mas no fim da série volta a ser menor que o índice do município real.

A tendência de queda nos índices até 2011 não abrangeu todos os municípios do grupo 1. Os municípios de Redenção e Tucumã mantiveram leve crescimento no período pré-intervenção e mesmo depois com a inflexão da política. Nestes municípios, os RMSPE de Tucumã (0,7969) e Redenção (0,6923) foram considerados satisfatórios, ficando abaixo de 1, logo o comportamento do município sintético refletiu bem o comportamento do município real caso a política não tivesse ocorrido. As linhas que mostram o comportamento dos índices dos municípios na ausência do PMV evidenciam o *contrafactual* e mesmo antes da política estiveram abaixo das linhas reais em 6 dos 8 municípios avaliados.

Em Tucumã sintético, Redenção sintético e Xinguara sintético, o comportamento do IPF esteve cima do real, indicando que no período pré-intervenção, as áreas de floresta ainda seriam maiores que as áreas desmatadas. Nestes municípios, após a inflexão da política, os índices dos sintéticos apresentam uma leve queda, mas ainda acima dos índices dos reais. No geral, as diferenças entre os municípios reais e sintéticos ao longo da série histórica foram mínimas em Dom Eliseu, Santana do Araguaia e Ulianópolis; médias em Canaã dos Carajás, Tucumã e Redenção e máximas em Paragominas e Xinguara. Ao mesmo tempo, a figura 12 demonstra que o PMV teve impacto positivo imediato sobre o aumento das áreas florestais em Canaã dos Carajás, Dom Eliseu e Paragominas. A estimativa de impacto também foi realizada para os municípios do grupo 2 (Figura 13), sendo apresentada a seguir.

**Figura 13-** Estimativa de impacto do PMV sobre os municípios do grupo 2: evolução dos municípios reais e sintéticos.



Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

Nota-se uma relação peculiar na trajetória do IPF na maioria dos municípios do grupo 2. Com exceção de Alenquer real e Santarém real, os demais municípios reais em comparação com os seus sintéticos estimados, possuem um índice inferior ao longo da série histórica. Esses resultados sugerem que o *contrafactual* dos índices nos demais municípios teria um desempenho melhor levando em consideração os dados das variáveis no pré-tratamento. Apesar de elevados, os IPF nos municípios sintéticos reproduzem a mesma trajetória dos municípios reais até o ano de 2011 em todos os 7 municípios do grupo.

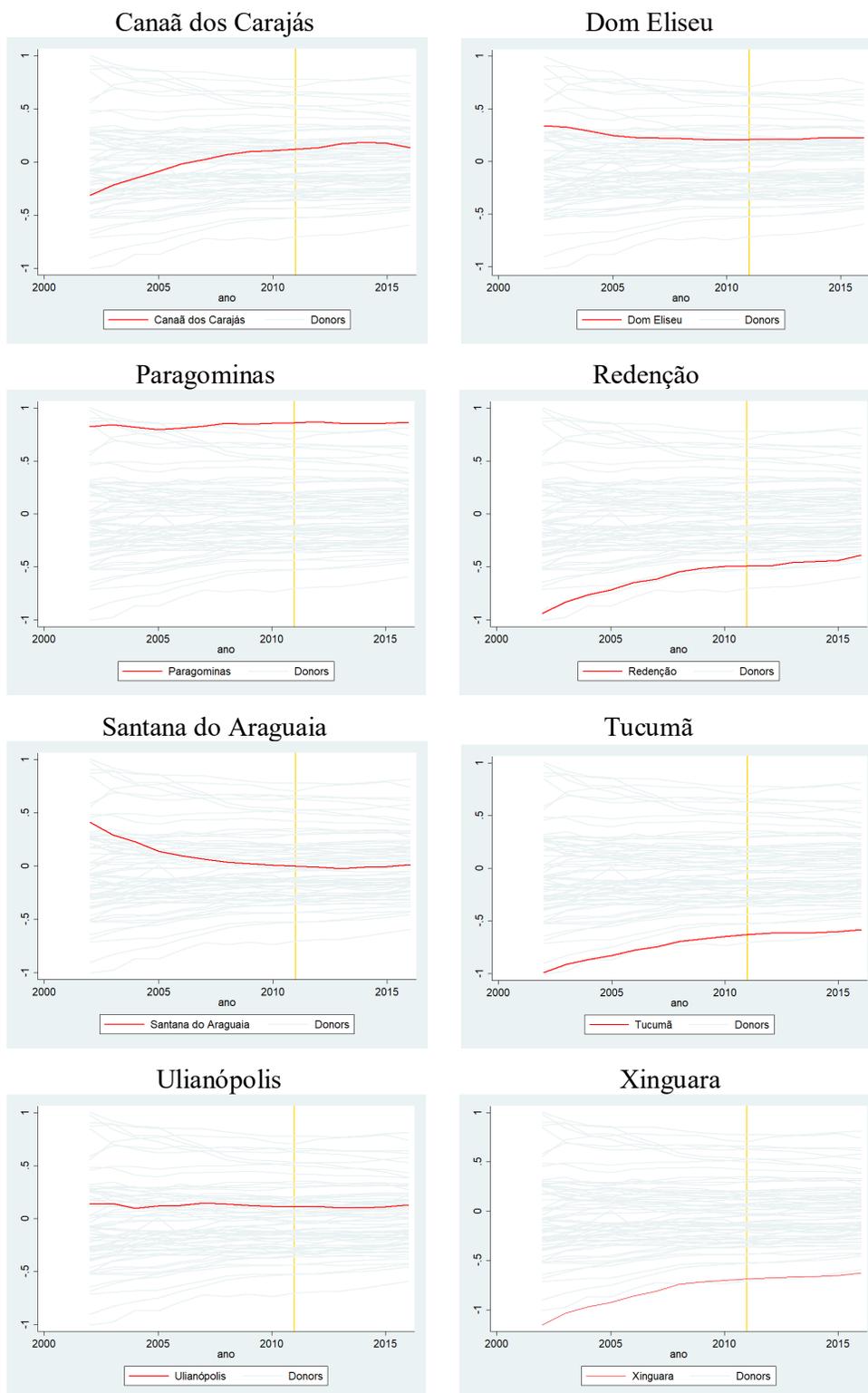
A trajetória dos índices é de queda até 2011. Após esse ano, observa-se um efeito positivo imediato da política em Brasil Novo real e Tailândia real. As trajetórias dos demais municípios reais não sugerem efeito da política. Os *contrafatuais* em Brasil Novo, Juruti, Óbidos, Tailândia e Cumaru do Norte sugerem que os índices esperados para esses municípios foram menores do que de fato ocorreu com a política. Dessa forma, esses municípios tiveram os piores resultados do grupo em termos de preservação florestal.

Concomitantemente, os RMSPE de Santarém (0,8164) e Tailândia (1,0301) se mostram mais satisfatórios, sugerindo que os municípios sintéticos desses municípios têm mais chance de retratar o que de fato ocorreu na trajetória da variável resposta. No geral, as diferenças entre os municípios reais e sintéticos ao longo da série histórica foram mínimas em Tailândia; médias em Santarém e Óbidos e máxima em Alenquer, Brasil Novo, Juruti e Cumaru do Norte.

### 3.3.3 Tratamentos placebos nos *donor pool*

Para garantir a significância estatística e validar os resultados, testes de placebo foram estimados. Foram aplicados os chamados testes de placebo no espaço, onde o método do CS é simulado para todos os municípios *pool*, ou seja, considerando estes como tratados de acordo com o seu grupo de municípios escalonados pelo IPF. A ideia da técnica é verificar se o impacto realmente teve efeitos ou se foi obra da aleatoriedade, ou seja, do acaso. Avalia-se assim, se os demais municípios que não sofreram a intervenção política teriam evolução semelhante aos tratados em relação ao IPF, indicado pelo impacto positivo no aumento das áreas florestais em relação às áreas desmatadas. No geral, Abadie *et al.* (2010) cita que o intuito do teste é verificar se existe a possibilidade de haver um impacto nos controles tão grande quanto nos tratados no período pós-intervenção. Os resultados do teste para o grupo 1 estão na figura 14.

**Figura 14-** Distribuição placebo nos municípios *donor pool* em relação aos “verdes” do grupo 1: validação do impacto do PMV.



Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

Na avaliação gráfica, verifica-se que a distribuição dos municípios controles em relação a distribuição de 5 dos 8 tratados, estão em sua maioria, abaixo do eixo indicado pelo ponto 0. Uma distribuição muito homogênea na série do tratado e dos controles no pós-intervenção indica que a trajetória da variável resposta ocorreu de forma aleatória, possivelmente impactada por fatores não associados à política. Por outro lado, uma distribuição heterogênea das séries, onde a série do município tratado se encontra superior aos *donors*, indica que o impacto foi significativo. Nos municípios verdes de Canaã dos Carajás, Dom Eliseu, Paragominas, Santana do Araguaia e Ulianópolis a política atingiu seu objetivo em controlar o desmatamento haja vista que o trajeto da variável IPF se mantém acima da maioria das trajetórias de IPF dos municípios *pool* no período pós-intervenção, implicando no aumento das áreas florestais em relação ao que foi desmatado.

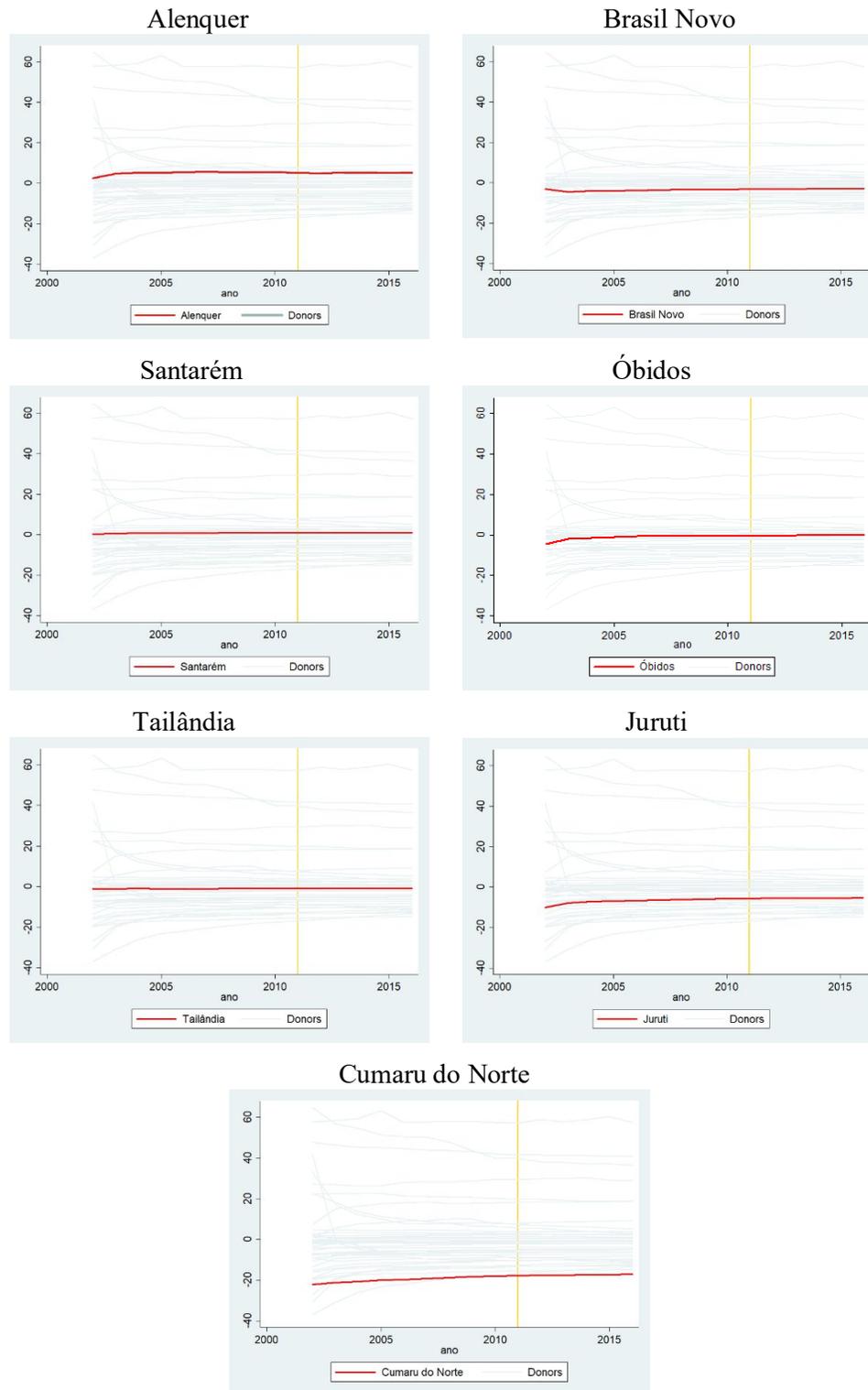
Percebe-se que em Paragominas, o efeito da política foi bem superior ao efeito simulado nos municípios tratados. Desde a constituição do município de Paragominas, as atividades agropecuárias têm se desenvolvido intensamente, no entanto, iniciativas como a moratória da soja ocorrida em 2006 e o aumento da fiscalização ambiental em 2008 (ABIOVE, 2018) permitiram ao município tornar-se “verde” mesmo antes mesmo da oficialização do PMV. Em 2008 já havia um pacto local contra o desmatamento (PMV, 2013) e, dessa forma, o município já exercia a gestão ambiental local antes de 2011. A trajetória da variável resposta evidencia isso, pois mesmo antes de 2011, o índice de Paragominas se manteve acima dos índices *donors*, com leve aumento devido à inflexão política.

Os municípios de Canaã dos Carajás, Dom Eliseu, Santana do Araguaia e Ulianópolis possuem mais de 30% de remanescentes florestais e participam do PMV desde o início. Diferentemente disso, os dados do PMV de 2011<sup>3</sup> para Redenção, Xinguara e Tucumã mostram que esses municípios possuíam aproximadamente 10% de remanescentes florestais. Os remanescentes florestais podem explicar a ausência de efeito da política sobre esses três municípios. Além disso, a localização dos municípios na região de fronteira (Sudeste do Pará) agrícola são fatores que dificultam a recuperação das áreas florestais. A aplicação do teste placebo também se deu ao grupo 2 de municípios indicado pela figura 15.

---

<sup>3</sup> Dados disponíveis em <<http://www.municipiosverdes.pa.gov.br>>. Ficha resumo por município. Acesso: 15 de set. 2019.

**Figura 15-** Distribuição placebo nos municípios *donor pool* em relação aos “verdes” do grupo 2: validação do impacto do PMV.



Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

O teste de placebo para o grupo 2 mostrou que em 5 dos 7 municípios tiveram efeitos positivos do PMV no aumento das áreas florestais segundo o IPF. Para o grupo 2, foi retirado o *outlier* referente ao município de Afuá, que possui em sua série histórica, IPF acima de 200, implicando na qualidade de visualização das diferenças entre os placebos. Sendo assim, a distribuição do teste de placebo evidencia que para Alenquer, Brasil Novo, Óbidos, Santarém e Tailândia, os efeitos pós-tratamentos do PMV mantém a série que indica a trajetória do IPF acima da maioria das séries controles. O resultado sugere que Alenquer obteve o melhor desempenho no teste e Cumaru do Norte o pior desempenho em termos de preservação.

Dessa maneira, observa-se que o PMV não teve efeito significativo em Cumaru do Norte. Boa parte dos placebos está acima da série do município, onde a evolução do IPF dos *donors* e de Cumaru do Norte são preponderantemente negativos. A magnitude do tratamento em Cumaru do Norte não superou a simulação de tratamento para os seus *donors* de controle. Ao mesmo tempo, as diferenças entre os índices do município observado e dos índices controles não foi expressiva. Verifica-se que no pós-intervenção o índice chega a subir levemente, no entanto, permanece bem abaixo dos placebos.

É importante ressaltar que o teste aplicado ao município revelou um cenário bem distinto do que de fato ocorre no município haja vista que o mesmo possui quase 50% de remanescentes florestais. Considerou-se que devido ao alto valor de RMSPE de Cumaru do Norte (19,8799), os pesos estimados para formação dos controles sintéticos replicaram de maneira inadequada o *contrafactual* de acordo com os dados de pré-intervenção. No entanto, apesar do *contrafactual* deficiente, o teste placebo inferiu que, de fato, Cumaru do Norte não apresentou aumento no seu IPF ao longo dos anos e, conseqüentemente, sem impacto do PMV. De maneira geral, não houve grandes oscilações na trajetória do IPF para os municípios do grupo 2, no entanto, existiram aqueles que retrataram com maior significância o cenário de pré-intervenção, sendo Santarém, Óbidos e Tailândia.

### **3.4 Discussão**

#### **3.4.1 Impacto sobre o IPF e o controle do desmatamento no Pará**

Inicialmente, esperava-se que a intervenção política executada pelo PMV tivesse impacto positivo sobre todos os MVs no controle do desmatamento. Indo além, a variável de análise para estimar o impacto precisou captar não somente as áreas desmatadas para

determinar o controle do desmatamento, mas também captar as áreas remanescentes de floresta e suas variações com o ganho vegetativo. Os resultados gerados a partir do método CS indicaram que apesar de fazerem parte dos MVs, a recuperação florestal indicada pelo IPF não foi detectada em Tucumã, Redenção e Xinguara (grupo 1). Os sintéticos desses municípios não mostram evidências que a ausência de intervenção política teve efeitos negativos sobre o IPF e, conseqüentemente, no controle no desmatamento.

Nestes municípios, a estimação da trajetória do IPF sintético foi maior do que a realidade. Os IPFs se mantiveram próximos a 0 e o diferencial entre o índice do município sintético e do tratado a partir do ponto de intervenção (2011) foi baixo. Ao serem caracterizados como MVs, estes municípios tem o controle do desmatamento sob o limite de 40 km<sup>2</sup>, no entanto, quase 90% de suas áreas florestais já foram desmatadas e inexistem unidades de conservação municipal. Além disso, eles estão localizados no Sudeste paraense, região caracterizada pelo intenso uso da terra, onde boa parte é abrangida pelo chamado Arco do Desmatamento.

A apropriação fundiária e o avanço dos processos produtivos como a cultura da soja (BARONA *et al.*, 2010) e criação de gado promoveu a rápida saturação de terras, com poucas alternativas para expansão produtiva. Essa dinâmica tem implicações sobre a política promovida pelo PMV, haja vista que o método CS não gerou efeito sobre aumento florestal. A maior parte dos remanescentes florestais<sup>4</sup> de Tucumã, Xinguara e Redenção estão em áreas privadas e limitadas pelo uso da terra na agropecuária, inviabilizando a regeneração florestal com repercussões sobre o IPF. Diante do exposto, questiona-se o papel da política diante das características observáveis (economia, florestas, terras disponíveis) em certas localidades.

Sobre isso, em Pfaff e Robalino (2012) é presumido que o impacto das políticas varia de acordo com características locais como a presença de mercados agrícolas, florestas e o uso da terra. Ao mesmo tempo, o efeito das políticas ambientais tende a ser limitado com a pouca ou ausência de áreas locais protegidas. A chamada intensificação agrícola e aumento da infraestrutura de estradas e mercados são barreiras para a preservação florestal, além de promover o aumento do desmatamento (ANGELSEN, 2010; FERRARO, 2012; PFAFF *et al.*, 2015). A intensificação agrícola tem se dado pela adoção de novas práticas com o aumento produtivo sem a necessidade de expansão da terra (WALKER *et al.*, 2009), no entanto, a apropriação de inúmeras áreas por pequenos e médios produtores intensivistas tende a

---

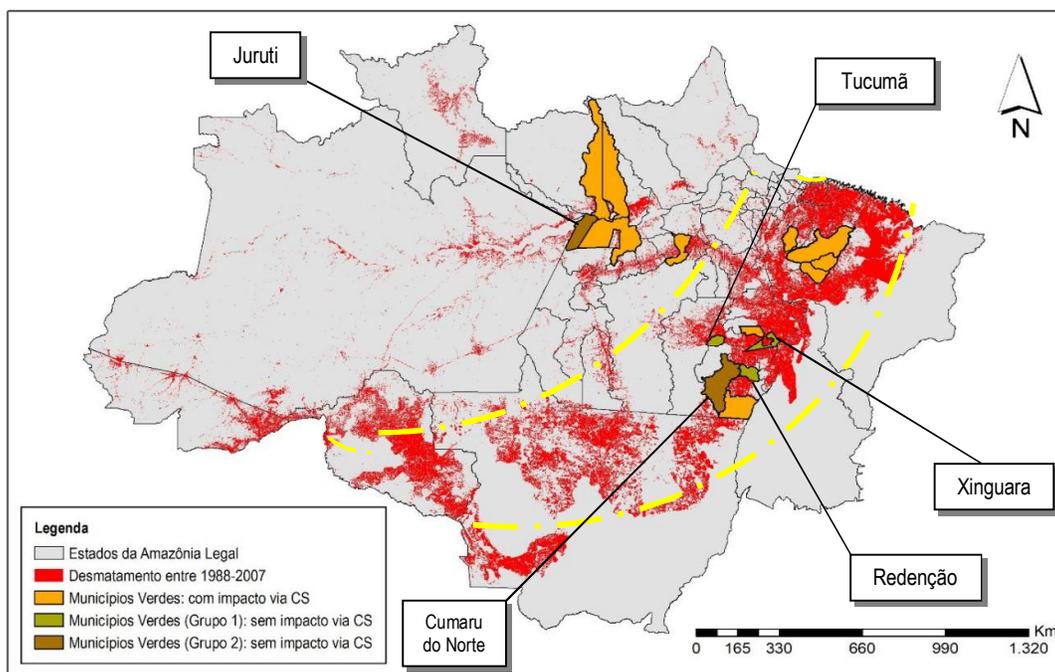
<sup>4</sup> Idem.

suprimir, de maneira semelhante ao produtor rural de larga escala, as áreas remanescentes florestais.

Encontram-se na literatura que versa sobre o uso da terra/práticas agrícolas em áreas de floresta tropical, autores que divergem desses argumentos como em Cohn *et al.* (2014) que ao testar um modelo global de uso da terra, concluiu que a intensificação agrícola poderia promover a proteção das florestas. Todavia, o crescimento agrícola com o aumento da produtividade experimentado na última década na região amazônica revela que a intensificação tende a promover, no médio e longo prazo, o aumento do desmatamento. Iniciativas de recuperação florestal podem conter o desmate ilegal como a manutenção de serviços ecossistêmicos em florestas, o sequestro de carbono e o controle da erosão do solo (HOLL, 2013), onde a gestão ambiental apoiada pelo PMV precisa atentar para esses benefícios.

No grupo 2, as estimativas do *contrafactual* ficaram acima dos índices dos municípios reais em 5 dos 7 municípios do grupo. Alguns dos municípios estão em áreas de intensa dinâmica agrícola como Tailândia (Nordeste paraense), Brasil Novo (Sudoeste paraense) e Cumaru do Norte (Sudeste paraense) e a recuperação das áreas florestais exige um esforço maior entre Estados, municípios e atores locais (sindicatos, ONGs e comunidades locais) no combate ao desmatamento. Para os municípios de Alenquer, Juruti, Óbidos e Santarém que encontram-se no Baixo Amazonas, o teste de placebo revelou a ausência de impacto do PMV em Juruti. No geral, dentre os 15 municípios analisados pelo método do CS, 5 municípios não apresentaram resultados satisfatórios no âmbito do impacto do PMV sobre a variável IPF (Figura 16).

**Figura 16.** Estados da Amazônia Legal: Arco do Desmatamento e municípios estimados pelo método CS. Municípios do Grupo 1 e Grupo 2 não impactados pelo PMV em relação ao IPF.



Nota: Os dados do desmatamento acumulado na Amazônia Legal foram captados da plataforma do TerraBrasilis, desenvolvida pelo INPE e que evidencia o chamado Arco do Desmatamento em relação aos municípios tratados.

Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

### 3.5 Conclusão

A pesquisa buscou estimar através do método CS o impacto da política implementada pelo PMV sobre o controle do desmatamento no Estado do Pará. O controle do desmatamento perpassa por uma gestão ambiental eficiente com recuperação e preservação de áreas florestais. O método CS vem sendo aplicado nos últimos anos gerando resultados importantes sobre as políticas públicas e o alcance de seus objetivos. A literatura que versa sobre técnicas de avaliação de políticas usualmente avalia através do chamado *contrafactual* o efeito da política sobre as unidades atingidas.

Tendo como base o PMV, as unidades atingidas pelas políticas com melhor desempenho segundo o programa são os chamados “municípios verdes”. Apesar de controlarem o desmatamento no limiar de 40 km<sup>2</sup>, parte desses municípios não tem conseguido recuperar suas áreas florestais, o que indica dificuldades na preservação. O modelo gerado para aplicação do CS mostrou que a densidade demográfica é o vetor de maior

impacto sobre a diminuição da preservação florestal e os gastos com gestão ambiental são fundamentais para o aumento das áreas florestais. Ao mesmo tempo, os municípios tratados do grupo 1 (Tucumã, Xinguara e Redenção) não foram impactados pelo PMV no âmbito da preservação florestal.

Ainda sobre o impacto do PMV, dentre os municípios do grupo 2, ou seja, aqueles com IPF no ano base (2002) acima de 2, Juruti e Cumaru do Norte não sofreram impactos do programa sobre o aumento de suas áreas florestais. O município de Cumaru do Norte não reagiu de forma positiva à intervenção do PMV em relação as suas áreas florestais devido ao cenário municipal de produção agropecuária com a dispersão da ocupação e uso intensivo da terra constante ao longo da fronteira agrícola amazônica. No caso de Juruti, a ausência de efeito do PMV sobre o aumento das áreas florestas não é advindo da fronteira agrícola. A economia do município não é baseada no agronegócio e a localização do município no Baixo Amazonas, mesorregião que mantém grande parte de suas florestas naturais, torna o município bem preservado, sem evidência aparente de florestas a serem recuperadas.

No compito geral, o PMV tem apoiado a gestão ambiental nos municípios do Pará. O controle do desmatamento nos municípios tratados é evidente. No entanto, em termos de preservação florestal, o programa não teve impactou na totalidade os MVs. É necessário incorporar diretrizes e estratégias mais bem definidas e eficazes para apoiar a preservação de áreas florestais públicas e privadas, estas últimas, mais passíveis de serem desmatadas.

## Referências

ABADIE, A.; GARDEAZABAL, J. The economic costs of conflict: A case study of the Basque Country. **American Economic Review**, n. 93(1), p.113–132, 2003.

ABADIE, A.; DIAMOND, A.; HAINMUELLER, J. Synthetic control methods for comparative case studies: Estimating the effect of California's Tobacco Control Program. **Journal of the American Statistical Association**, n. 105(490), p.493–505, 2010.

ABADIE, A.; DIAMOND, A.; HAINMUELLER, J. Comparative Politics and the Synthetic Control Method. **American Journal of Political Science**, v.59, n.2, p.459-510, 2014.

ABIOVE. Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais. **Nota à imprensa: resultados da moratória**. 2018. Disponível em: < <http://abiove.org.br/relatorios/moratoria-da-soja-relatorio-do-11o-ano/>>. Acesso em: 18 set. 2019.

ADAROV, A. **Eurasian Economic Integration: Impact Evaluation Using the Gravity Model and the Synthetic Control Methods**. n. 150, 2018 (Texto para Discussão).

- ANGELSEN, A. Policies for reduced deforestation and their impact on agricultural production. *PNAS*, v.107, p.19639–19644, 2010.
- ASSUNÇÃO, J.; PIETRACCI, B.; SOUZA, P. **Fueling Development: Sugarcane Expansion Impacts in Brazil**. n. 7, 2016 (Texto para Discussão).
- ATHEY, S.; IMBENS, G. W. The State of Applied Econometrics: Causality and Policy Evaluation. *Journal of Economic Perspectives*, v. 31, n. 2, p.3-32, 2017.
- BARONA, E.; RAMANKUTTY, N.; HYMAN, G.; COOMES, O. T. The role of pasture and soybean in deforestation of the Brazilian Amazon. *Environ. Res.*, v.5, p.9, 2010.
- BARTZ, M. L.; TEIXEIRA, G. Rotatividade do mercado de trabalho no COREDE Sul: Uma análise ex-ante e ex-post à implementação do polo naval no município de Rio Grande. *Sinergia*, v.21, p.21-29, 2017
- CHAVES, A. D. C. G.; SANTOS, R. M. S.; SANTOS, J. O.; FERNANDES, A. A.; MARACAJÁ, P. B. A importância dos levantamentos florístico e fitossociológico para a conservação e preservação das florestas. *Agropecuária Científica no Semiárido*, Campina Grande, v.9, n.2, p. 43-48, 2013.
- COHN, A. S.; MOSNIER, A.; HAVLÍK, P.; VALIN, H.; HERRERO, M.; SCHMID, E.; O'HARE, M.; OBERSTEINER, M. Cattle ranching intensification in Brazil can reduce global greenhouse gas emissions by sparing land from deforestation. *PNAS*, v. 111, p.7236–7241, 2014.
- ELLERY JÚNIOR, R.; NASCIMENTO JÚNIOR, A.; SACHSIDA, A. Controle Sintético como ferramenta para avaliação de políticas públicas. In: SACHSIDA, A. **Políticas Públicas avaliando mais de meio trilhão de reais em gastos públicos**, Brasília, IPEA, 2018.
- FERRARO, P. J. Global Habitat Protection: Limitations of Development Interventions and a Role for Conservation Performance Payments. *Conservation Biology*, v. 15, n. 4, p.990-1000, 2010.
- HAUSMAN J. A, TAYLOR, W. E. Panel data and unobservable individual effects. *Econometrica*, v.49, p.1377–1398, 1981.
- HOLL, K. D. Restoring Tropical Forest. *Nature Education Knowledge*, v.4, n. 4, 2013.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Sistema de Recuperação Automática (SIDRA)**, Estatísticas. Rio de Janeiro, vários anos.
- INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). **Projeto PRODES - Monitoramento da Floresta Amazônica Brasileira**, São Paulo, vários anos.
- MAPBIOMAS (2018). **MapBiomass General “Handbook” Algorithm Theoretical Basis Document (ATBD)**. Disponível em: < <http://mapbiomas.org/pages/atbd>>. Acesso em: 17 de jul. 2019.
- MENEGUIN, F. B.; FREITAS, I. V. B. **Aplicações em avaliação de políticas públicas: metodologia e estudos de caso**. Brasília. 2013.

PALUDO, R.; COSTABEBER, J. A. Sistemas agroflorestais como estratégia de desenvolvimento rural em diferentes biomas brasileiros. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 7, n. 2, p. 63-76, 2012

PEREIRA FILHO, O.A. **Três ensaios sobre mensuração de eficiência e avaliação de impacto em serviços de segurança pública no Brasil**. 2016. 209f. Tese (Tese em Economia) - UnB. Brasília, DF: Departamento de Economia da Universidade de Brasília, 2016.

PFAFF, A.; ROBALINO, J. Protecting forests, biodiversity, and the climate: predicting policy impact to improve policy choice. **Oxford Review of Economic Policy**, v. 28 (1), p.164-179, 2012.

PFAFF, A.; ROBALINO, J.; HERRERA, D.; SANDOVAL, C. Protected areas' impacts on Brazilian Amazon deforestation: Examining conservation-development interactions to inform planning. **PLoS One**, v. 10, p.1-17, 2015.

PROGRAMA municípios verdes: lições aprendidas e desafios para 2013/2014. **Relatório**. Belém, Governo do Estado, 2013.

POSSEBOM, V. Free Trade Zone of Manaus: An Impact Evaluation using the Synthetic Control Method. **RBE**, v. 71 n. 2, p. 217–231, 2017.

RANA, P.; SILLS, E. O. Does Certification Change the Trajectory of Tree Cover in Working Forests in The Tropics? An Application of the Synthetic Control Method of Impact Evaluation. **Forests**, v.9, n. 98, 2018.

SAMPAIO, B.; AZEVEDO, R.; AZUAGA, F. L. Impacto de Mudança Regulatória Sobre os Preços dos Ativos das Empresas do Setor Elétrico Brasileiro. In: 44º Encontro Nacional de Economia, 2016. Foz do Iguaçu, Paraná. **Anais[...]** Foz do Iguaçu, 2016. Disponível em: <<https://en.anpec.org.br/previous-editions.php?r=encontro-2016>>. Acesso em 12 de ago 2019.

TEIXEIRA, G. da S.; RIBEIRO, F. G.; ABDALLAH, P. R.; GONÇALVES, R. R. Indústria da construção naval e economia regional: uma análise via diferenças em diferenças para os municípios inseridos no Corede Sul. **Ensaio FEE**, v. 37, n. 2, p. 459-488, 2016.

WALKER, R.; DE FRIES, R.; VERA-DIAZ, C.; SHIMABUKURO, Y. VENTURIERI, A. A expansão da agricultura intensiva e pecuária na Amazônia Brasileira. In: KELLER, M.; GASH, J. C. H.; DIAS, P. S. (Ed). **Amazônia e mudança global**. Washington, DC: American Geophysical Union. 2009.

WANG, Y.; ZIV, G.; ADAMI, M.; MITCHARD, E.; BATTERMAN, S.A.; BUERMANN, W.; SCHWANTES MARIMON, B.; HUR, B.; JUNIOR, M.; REIS, S. M.; *et al.* Mapping tropical disturbed forests using multi-decadal 30 m optical satellite imagery. **Remote Sens. Environ**, n. 21, 474–488, 2019.

## CAPÍTULO 4 CONCLUSÃO GERAL

### 4.1 Conclusões

Esta dissertação envolveu a análise do Programa Municípios Verdes (PMV) como iniciativa política importante para a gestão ambiental e controle do desmatamento nos municípios do Estado do Pará. Os levantamentos históricos serviram como base para a construção da estratégia metodológica de análise da política. Dessa forma, buscaram-se duas abordagens para análise do PMV, sendo que todas passaram por levantamento e análise de dados de monitoramento florestal e simulações econométricas com vias de estimação dos determinantes para o aumento e controle do desmatamento e o impacto na preservação das áreas de floresta natural.

Verificar se as florestas se mantêm preservadas e/ou tem se regenerado ao longo da execução do programa induz a percepção da eficácia do PMV no controle do desmatamento haja vista que o controle do desmatamento gravita em torno das ações de gestão ambiental como o estabelecimento de ações para o reflorestamento e preservação florestal.

No capítulo 2 foi investigado o comportamento do desmatamento e da degradação florestal nos municípios verdes (MVs), que segundo o PMV, cumprem todas as metas estabelecidas do programa. Foi constatado que mesmo em MVs, o desmatamento cresce de forma gradual e a degradação tem atingido as UCs federais destes municípios. Torna-se necessário verificar a dinâmica social envolvida no interior das UCs e as limitações da fiscalização nestas áreas, pois transformações no espaço natural têm ocorrido nas áreas analisadas com destaque a região do Tapajós onde fica a Floresta Extrativista Tapajós-Arapiuns. Ao mesmo tempo, observou-se que o rebanho bovino e a densidade demográfica são os fatores mais importantes para o aumento do desmatamento no Pará.

Em termos de controle, os gastos destinados à gestão ambiental no Estado do Pará não têm impacto sobre a redução do desmatamento considerando somente os municípios participantes do programa. Em uma análise conjunta com todos os 144 municípios do Pará, os GGA apresentam um resultado significativo sobre o controle do desmatamento. Infere-se que os GGA não estão associados à participação no programa e, conseqüentemente, na redução do desmatamento nos participantes.

No capítulo 3, a implementação do método CS para avaliar o PMV na preservação das florestas trouxe resultados satisfatórios. O método é inovador e relativamente recente na

literatura que versa sobre avaliação de políticas. A avaliação de políticas ambientais pode colaborar com o ajuste na execução das ações do governo, bem como fomentar um pensamento crítico aos formuladores de políticas e ambientalistas. Concluiu-se que a intervenção do PMV proporcionou o aumento das áreas florestais nos seguintes MVs: Alenquer, Óbidos, Santarém, Canãa dos Carajás, Dom Eliseu, Paragominas, Santana do Araguaia, Ulianópolis, Brasil Novo e Tailândia.

Concomitantemente, os MVs com ausência de impacto nas áreas florestais foram: Cumaru do Norte, Juruti, Xinguara, Redenção e Tucumã. De acordo com o programa, as taxas de desmatamento nos MVs, em geral, se mantêm abaixo dos 40 km<sup>2</sup>, no entanto, isso não significa uma efetiva gestão ambiental, pois a gestão depende intrinsecamente do aumento das áreas florestais e, conseqüentemente na preservação das florestas. Pode-se dizer que o impacto do PMV sobre o controle do desmatamento no Estado do Pará foi relativo (fatores característicos como localização e economia do município são limitantes às políticas ambientais) e pontual (um terço dos MVs avaliados não sofreu o impacto esperado).

## **4.2 Recomendações**

As recomendações desta pesquisa são: i) avaliar periodicamente o PMV, para alocação adequada dos municípios nas categorias do programa; ii) estimar futuramente o impacto do programa sobre os municípios de outras categorias do programa; iii) considerar a recuperação de áreas florestais como prioridade do programa, para assim, alcançar melhores resultados no âmbito da gestão ambiental; iv) buscar maiores investimentos na gestão ambiental dos municípios participantes, homologação de acordos e parcerias público-privadas para formação de fundos voltados a ações de gestão ambiental e v) associar as metas de controle do desmatamento com ações municipais de reflorestamento apoiados pelo PMV haja vista que o controle efetivo depende da recuperação de áreas florestais.

## REFERÊNCIAS

- ABADIE, A.; GARDEAZABAL, J. The economic costs of conflict: a case study of the Basque Country. **American Economic Review**, v. 93, n.1, p. 113–132, 2003.
- ABADIE, A.; DIAMOND, A.; HAINMUELLER, J. Synthetic control methods for comparative case studies: Estimating the effect of California’s Tobacco Control Program. **Journal of the American Statistical Association**, v. 105, n.490, p. 493–505, 2010.
- ADETOYE, A. M.; OKOJIE, L. O.; AKERELE, D. Forest carbon sequestration supply function for African countries: An econometric modelling approach. **Forest Policy and Economics**. v. 90, p.59–66, 2018.
- AHRENS, S. O “Novo” Código Florestal Brasileiro: conceitos jurídicos fundamentais. *In*: CONGRESSO FLORESTAL, 8., 2003, São Paulo. **Anais[...]** São Paulo: Sociedade Brasileira de Silvicultura; Brasília, DF: Sociedade Brasileira de Engenheiros Florestais, 2003. p.15.
- ALMEIDA SILVA, C. C. O. de; BARBOSA, J. B. M. Utilização da ferramenta sensoriamento remoto para diagnóstico de impactos ambientais. **Revista Tecnologia & Informação**, n.1, p.21-32, 2014.
- AMARAL, E. F. de L.; GONÇALVES, G. Q.; FAUSTINO, S. H. R (org.) **Aplicações de técnicas avançadas de avaliação de políticas públicas**. 2ª ed. Belo Horizonte-MG: Fino Traço Ed., 2014.
- AMARAL, P. V.; ANSELIN, L.; ARRIBAS-BEL, D. **Testing for spatial rror dependence in probit models**. Geoda Center for Geospacial Analysis and Computation. Arizona State Univerty: Work Paper n.11, 2012.
- AMIN, A. M.; CHOUMERT, J.; COMBES, J.; MOTEL, P. C.; KERE, E. N.; ONGONO-OLINGA, J. G.; SCHWARTZ, S. **A spatial econometric approach to spillover effects between protected areas and deforestation in the Brazilian Amazon**. CERDI, 2014. (Etudes et Documents n.6).
- ANDERSEN, E.; REIS, E. **Deforestation and government policy in the Brazilian Amazon: an econometric analysis**. [S.l.]: IPEA, 1997. (Texto para discussão, 513).
- ANSELIN, L. Under the hood Issues in the specification and interpretation of spatial regression models. **Agricultural Economics**. v.27, p.247–267, 2002.
- ARAÚJO, C.; BONJEAN, C. A.; COMBES, J.; MOTEL, P. C.; REIS, E. J. **Property rights and deforestation in the Brazilian Amazon**. França: CERDI, 2008. (Etudes et Documents, Clermont-Ferrand).
- ARELLANO, M.; BOND, S. Some tests of specification for panel data: Monte Carlo evidence and an application to employment equations. **The Review of Economic Studies**, v. 58, n.2, p. 277-297, 1991.

ASSUNÇÃO, J.; GANDOUR, C.; ROCHA, R. **DETERring deforestation in the Brazilian Amazon: environmental monitoring and law enforcement**. Climate Policy Initiative Rio de Janeiro (CPI Rio), 2013.

ASSUNÇÃO, J.; GANDOUR, C.; ROCHA, R. Deforestation slowdown in the Brazilian Amazon: prices or policies? **Environment and Development Economics**. v. 20, p. 697–722, 2015.

BRASIL. Lei nº 6.938 de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, 31 de agosto de 1981.

BRASIL. Lei nº 7.735, de 22 de fevereiro de 1989. Dispõe sobre a extinção de órgão e de entidade autárquica, cria o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, 31 de agosto de 1981.

BRASIL. **Plano de ação para a prevenção e controle do desmatamento na Amazônia Legal**. Brasília, DF, março de 2004. Disponível em: <[http://www.casacivil.gov.br/.arquivos/.../ppcdam\\_Partel.pdf](http://www.casacivil.gov.br/.arquivos/.../ppcdam_Partel.pdf)>. Acesso: 28 de novembro de 2017.

BIZZO, E.; FARIAS, A. L. A. de. Priorização de municípios para prevenção, monitoramento e controle de desmatamento na Amazônia: uma contribuição à avaliação do Plano de Ação para a Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal (PPCDam). **Desenvolvimento & Meio Ambiente**, v. 42, p. 135-159, 2017.

BOUTELL, J.; CRAIG, P.; LEWSEY, J.; ROBINSON, M.; POPHAM, F. Synthetic control methodology as a tool for evaluating population-level health interventions. **Theory and methods**, v. 72, p.673–678, 2018.

CAMERON, A.; TRIVEDI, P. **Microeconometrics: methods and applications**. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2005.

CHELIMSKY, E. **Differing perspectives of evaluation**. New Directions for Program Evaluation, 2, Summer, 1978.

CHELIMSKY, E. The coming transformations in evaluation. *In*: CHELIMSKY, E.; SHADISH, W. R. **Evaluation for the 21st century-a handbook**. Thousand Oaks: Sage, 1997.

COSTA, J. M. da.; FLEURY, M. O Programa “Municípios Verdes”: estratégias de revalorização do espaço em municípios paraenses. **Ambiente & Sociedade**, São Paulo v. xviii, n.2, p. 61-76, 2015.

CUNHA, P. R.; MELLO-THERY, N. A. de. A Reserva legal no contexto da política nacional de florestas. *In*: V ENCONTRO NACIONAL DA ANPPAS, 5., 2010. **Anais [...]** Florianópolis, 2010.

DANTAS, R. S. **Avaliação de impacto de reconhecimento de direito de propriedade de facto: o programa de regularização fundiária do Distrito Federal**. 2013. 88 f. Dissertação (Mestrado em Economia) — Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2013.

DIAS, E. R. S. *et al.* Análise dos padrões de degradação florestal e elaboração de chave de interpretação para imagens IRS2/ sensor AWiFS, no Estado do Pará. *In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO – SBSR.*, 18., 2017, Santos-SP. **Anais [...]** Santos-SP, 2017. p. 5041-5048.

DINIZ, M. B.; OLIVEIRA JÚNIOR, J. N. de; TROMPIERI NETO, N.; DINIZ, M J. T. Causas do desmatamento da Amazônia: uma aplicação do teste de causalidade de Granger acerca das principais fontes de desmatamento nos municípios da Amazônia Legal brasileira. **Nova Economia**, Belo Horizonte, v. 19, n.1, p.121-151, 2009.

DINIZ, C. G.; SOUZA, A. A. A; SANTOS, D. C; DIAS, M. C; LUZ, N. C.; MORAES, R.V.; MAIA, J.S.; GOMES, A. R.; NARVAES, I. S.; VALERIANO, D. M.; MAURANO, L. E. P.; ADAMI, M. DETER-B: the new amazon near real-time deforestation detection system. *Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*, **IEEE Journal of**, 8(7), p.3619-3628, 2015.

DRAIBE, S. M. Avaliação de implementação: esboço de uma metodologia de trabalho em políticas públicas. *In: BARREIRA, M. C. R. N.; CARVALHO, M. do C. B. do. Tendências e Perspectivas na Avaliação de Políticas e Programas Sociais*. São Paulo. ICE/PUC-SP, 2001.

EPIPHANIO, J. C. N. CBERS: Estado atual e futuro. *In: Proceedings of the Brazilian Remote Sensing Symposium*, Natal, Brazil, p. 2001–2008, 2009.

FEARNSIDE, P. M. Brazilian politics threaten environmental policies. **Rev. Science**, p. 746-748, 2016.

FEISTAUER, D.; LOVATO, P. E.; SIMINSKI, A.; RESENDE, S. A. Impactos do novo código florestal na regularização ambiental de propriedades rurais familiares. **Ciência Florestal**, v. 24, n. 3, p. 749-757, 2014.

FERREIRA NETO, P. S.; SILVA, R. C. da. **Processo de construção da sustentabilidade em São Félix do Xingu**. Instituto Internacional de Educação do Brasil [IEB], Belém, 2014. 116p.

FERREIRA, M. D. P.; COELHO, A. B. Desmatamento Recente nos Estados da Amazônia Legal: uma análise da contribuição dos preços agrícolas e das políticas governamentais. **RESR**, Piracicaba-SP, v. 53, n.1, p.093-108, 2015.

FÉRES, J. G.; REIS, E.; SPERANZA, J. Climate change, land use patterns and deforestation in Brazil. *In: SEMINÁRIOS ACADÊMICOS, CEDEPLAR/UFGM*, 2010, Belo Horizonte, Brasil. **Anais[...]**. Belo Horizonte, Brasil, 2010.

FISCH, S. T. V.; PONZONI, F. J. Estudo da Dinâmica Florestal Através de Técnicas de Sensoriamento Remoto. **Biociências**, v. 1, n.1, p. 7-24, 1995.

FREIRIA, R. C. Aspectos Históricos da Legislação Ambiental no Brasil: da ocupação e exploração territorial ao desafio da sustentabilidade. **História e Cultura**, v. 4, n.3, p. 157-179, 2015.

FUNDAÇÃO AMAZÔNIA DE AMPARO A ESTUDOS E PESQUISAS (FAPESPA), 2017. **Anuário Estatístico do Pará 2017**. Dados Estatísticos: Economia.

FUNDAÇÃO AMAZÔNIA DE AMPARO A ESTUDOS E PESQUISAS (FAPESPA), 2017. **Anuário Estatístico do Pará 2018**. Dados Estatísticos: Meio Ambiente.

FUNDO VALE: Municípios Verdes – Série Integração, Transformação e Desenvolvimento. **Relatório**. Rio de Janeiro – RJ, 2012.

GEIST, H.; LAMBIN, E. **What drives tropical deforestation?** A meta analysis of proximate and underlying causes of deforestation based on subnational case study evidence. LUCG International Project Office, Louvain-la-neuve - Belgium, 2001.

GEIST, H. J.; LAMBIN, E. F. Proximate Causes and Underlying Driving Forces of Tropical Deforestation. **BioScience**, v. 52, p. 143-150, 2002.

GERTLER, P. J; MARTÍNEZ, S.; PREMAND, P.; RAWLINGS, L. B.; VERMEERSCH, C. M. J. **Avaliação de Impacto na Prática**. 2ª edição. Washington, DC: Banco Interamericano de Desenvolvimento e Banco Mundial, 2016.

GUIMARÃES, J.; VERÍSSIMO, A.; AMARAL, P.; DEMACHKI, A. (org.) **Municípios Verdes: caminhos para a sustentabilidade**. In: Imazon – Belém, 2011.

GRANGER, C. W. J. Investigating causal relations by econometric models and cross-spectral methods. **Econometrica**, v. 37, p. 424-438, 1969.

HARGRAVE, J.; KIS-KATOS, K. **Economic causes of deforestation in the Brazilian Amazon: A panel data analysis for the 2000s**, n. 17, 2011 (Texto para Discussão).

HECKMAN, J.; SMITH, J. The pre-program earnings dip and the determinants of participation in a social program: implications for simple program evaluation strategies. **Economic Journal**. n. 109(457), p.313–348, 1999.

HECKMAN, J., ICHIMURA, H.; TODD, P. Matching as an econometric evaluation estimator. **Review of Economic Studies**. N. 65(2), p.261–294, 1998b.

HERES, D. R.; ORTIZ, R. A.; MARKANDYA, A. Deforestation in Private Lands in Brazil and Policy Implications for Redd Programs: An Empirical Assessment of Land Use Changes within Farms using an Econometric Model. **International Forestry Review**, v.15, n. 2, p. 169-181, 2013.

IMBENS G.; ZAJONC, T. **Regression discontinuity design with vector-argument assignment rules**. Texto não publicado, 2009. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/profile/Guido\\_Imbens/publication/265317533\\_Regression\\_Discontinuity\\_Design\\_with\\_Multiple\\_Forcing\\_Variables/links/551b93d20cf251c35b509dac.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Guido_Imbens/publication/265317533_Regression_Discontinuity_Design_with_Multiple_Forcing_Variables/links/551b93d20cf251c35b509dac.pdf)>. Acesso em: 18 de set. 2018.

INFOAMAZÔNIA: a política do desmatamento. Disponível em: <<http://desmatamento.infoamazonia.org/metodologia/>>. Acesso: 13 de jul. 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Divisões Regionais do Brasil**, Regiões Geográficas. Rio de Janeiro, 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **IBGE Mapas**, Mapas Político-Administrativos. Rio de Janeiro, 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Anuários Estatísticos**, Censos Agropecuários. Rio de Janeiro, 2018.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). **Projeto PRODES**: monitoramento da floresta Amazônica brasileira por satélite. 2014. Disponível em: <<http://www.obt.inpe.br/prodes>>. Acesso em 25 de jan. 2019.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). **Metodologia do sistema DETER – B sistema de detecção do desmatamento e alterações na cobertura florestal em tempo quase real**: mapeamento de alertas com imagens dos sensores AWiFS Resourcesat-2 e WFI-Cbers-4. Belém: Centro Regional da Amazônia. 2016, 18p. Disponível em: <<http://bibdigital.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/bibdigital@80/2006/04.07.15.50.13/doc/mirror.cgi>>. Acesso em: 08 de jan. 2019.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE), **Monitoramento da Floresta Amazônica Brasileira**, São Paulo, 2016.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE), **Monitoramento da Floresta Amazônica Brasileira**, São Paulo, vários anos.

JACOBI, P. R.; SISISGALLI, P. A. de A. Governança Ambiental e Economia Verde. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 17(6), p.1469-1478, 2012.

KAIMOWITZ, D.; ANGELSEN, A. **Economic models of tropical deforestation: a review**. CIFOR – Center for International Forestry Research, Bogor, Indonésia, 1998.

KHANDKER, S. R.; KOOLWAL, G. B.; SAMAD, H. A. **Handbook on Impact Evaluation: Quantitative Method and Practices**. Washington, DC: World Bank, 2009.

KOOIMAN, J. Modern Governance. **New Government-Society Interactions**. London: Sage, 1993.

LAUDARES, S. S. de A.; SILVA, K. G. da.; BORGES, L. A. C. Cadastro Ambiental Rural: uma análise da nova ferramenta para regularização ambiental no Brasil. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 31, p. 111-122, 2014.

LEE, D. S.; LEMIEUX, T. Regression discontinuity designs in economics. **J Econ Lit**. v. 48, p.281–355, 2010.

LESSA, S. N. São José dos Campos: o planejamento e a construção do pólo regional do Vale do Paraíba. *In: XVII Encontro Regional de História – O lugar da História*. Campinas. **Anais[...]** Campinas: ANPUH/SPUNICAMP, 2004.

LIMA, T. C.; RIBEIRO, S. C.; SOARES-FILHO, B. Integrating Econometric and Spatially Explicit Dynamic Models to Simulate Land Use Transitions in the Cerrado Biome. In: OLMEDO, M. T. C. et al. (Ed.) **Geomatic Approaches for Modeling Land Change Scenarios**, Lecture Notes in Geoinformation and Cartography. 2018, p. 399-417.

MARIGA, J. T.; RUSCHEINSKY, A. Políticas públicas decorrentes da mudança no Código Florestal. **INTERAÇÕES**, v. 18, n.3, p. 83-96, 2017.

MARTINS, H.; ARAÚJO, E.; VEDOVETO, M.; MONTEIRO, D.; BARRETO, P. **Desmatamento em áreas protegidas reduzidas na Amazônia**. Belém: IMAZON, 2014.

MARTINS E SOUZA FILHO, P. W.; PARADELLA, W. R.; SOUZA JUNIOR, C.; VALERIANO, D. M.; MIRANDA, F. P. Sensoriamento remoto e recursos naturais da Amazônia. **Cienc. Cult.**, v.58, n.3, p.37-41, 2006.

MEDEIROS, R. Evolução das tipologias e categorias de áreas protegidas no Brasil. **Ambiente & Sociedade**, v. 9, n. 1, p. 41-64, 2006.

MELLO, N. G. R. de; ARTAXO, P. Evolução do Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal. **Revista do Instituto de Estudos Brasileiros**, Brasil, n. 66, p. 108-129, 2017.

MENESES, P. R. e ALMEIDA T. de. **Introdução ao processamento de imagens de Sensoriamento Remoto**. Brasília, DF: Universidade de Brasília – UNB, 2012.

MENDEILSOHN R.; NORDHAUS W. D.; SHAW D. The Impact of Global Warming on Agriculture: A Ricardian Analysis. **The American Economic Review**. v. 84 n. 4, p.753-751, 1994.

MONTEIRO, M. Construindo imagens e territórios: pensando a visualidade e a materialidade do sensoriamento remoto. **História, Ciências, Saúde**, v. 22, n. 2, p.577-591, 2015.

NEVES, E. M. S. C.; WHATELY, M. Municipalities and Policies against deforestation in the Brazilian Amazon. **Novos estud.** São Paulo, v. 35.03, p.67-83, 2016.

PFAFF, A. S. **What drives deforestation in the Brazilian Amazon? Evidence from satellite and socioeconomic data**. Washington, DC: World Bank, 1999. (Policy Research Working Paper, n. 1772).

PLANO de ação para prevenção e controle do desmatamento na Amazônia legal (PPCDAm) 3ª fase (2012-2015) pelo uso sustentável e conservação da floresta. Brasília, DF: Governo Federal, 2013, (Relatório).

PROGRAMA municípios verdes: lições aprendidas e desafios para 2013/2014. Belém, Governo do Estado, 2013, (Relatório).

PROGRAMA municípios verdes: quem somos? 2018. Disponível em: <[http://www.municipiosverdes.pa.gov.br/pages/quem\\_somos](http://www.municipiosverdes.pa.gov.br/pages/quem_somos)>. Acesso: 15 de set. 2018.

RISSATO, D.; SPRICIGO, B. A Política Ambiental no Brasil no período de 1970-1999. **Revista Ciências Sociais em Perspectiva**, v. 9, n. 16, 2010.

RIVERO, S.; ALMEIDA, O. T.; ÁVILA, S.; OLIVEIRA, W. Pecuária e desmatamento: uma análise das principais causas diretas do desmatamento na Amazônia. **Nova Economia**, Belo Horizonte, v. 1, n.19, p.41-66, 2009.

ROSENBAUM, P. R.; RUBIN, D. B. The central role of the propensity score in observational studies for causal effects. **Biometrika**, v. 70, n. 1, p.41-55, 1983.

RUBIN, D. B. Estimating Causal Effects of Treatments in Randomized and Nonrandomized Studies. **Journal of Educational Psychology**. n.66 (5), p.688–701, 1974.

RUSCHEINSKY, A. Desigualdades, capital social e desdobramentos dos conflitos socioambientais. In: MELO, J. L. B.; LOPES, J. R. (org.). **Desigualdades sociais na América Latina**: outros olhares, outras perguntas. São Leopoldo, RS: Oikos, 2010.

SALINAS, P.; SOLÉ, A. **Evaluating the effects of decentralization on educational outcomes in Spain**. Documents de Treball de l'IEB 2009/10, Barcelona: Institut d'Economia de Barcelona, 2009.

SANTOS, E. M.; SANTOS, F. A. A. dos.; GOMES, M. de V. C. N.; SANTOS, V. C. dos.; NEVES, R. R. Análise espacial das ações do programa “municípios verdes”: Estudo de caso no município de Paragominas- PA. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental**. v. 11, n.1, p.21 - 35, 2017.

SANTOS, P.F.A.; ALMEIDA, N. A.; LACERDA, L. P. T.; SILVA, S. M.; BRITO, R. A. Os Impactos do Programa Municípios Verdes (PMV) no Controle do Desmatamento da Amazônia: uma análise usando propensity score matching. **Revista Economia Ensaios**, v. 30, p.23-74, 2016.

SANTOS FILHO, A. O.; RAMOS, J. M.; OLIVEIRA, K. de.; NASCIMENTO, T. A evolução do Código Florestal Brasileiro. **Ciências Humanas e Sociais Unit**, v. 2, n.3, p. 271-290, 2015.

SECRETARIA DE TRANSPORTES DO GOVERNO DO ESTADO DO PARÁ (SETRAN), **Modais rodoviários**. 2016. Disponível em: <http://setran.pa.gov.br/site/Conteudo/20>. Acesso: 10 de set. 2018.

SCHMINK, M; HOELLE, J.; GOMES, C. V. A.; THALER, G. M. From contested to ‘green’ frontiers in the Amazon? A long-term analysis of São Félix do Xingu, Brazil. **The Journal of Peasant Studies**, p. 1-24, 2017.

SCRIESIU, S. S. Can economic causes of tropical deforestation be identified at a global level? **Ecological Economics**, v. 62, p.603–612, 2007.

SOUZA, A. A. de A.; PONTES, A. N.; ADAMI, M.; NARVAES, I. da S. A contribuição das estradas e o novo padrão desmatamento e alteração da cobertura florestal no Sudoeste Paraense. **Revista da Sociedade Brasileira de Cartografia**, v. 69, n. 09, p. 1834-1846, 2017.

SOUZA, O. B. de. **Michel Temer sanciona 'MP da Grilagem'** (2017). Disponível em: <<https://www.socioambiental.org/pt-br/noticias-socioambientais/michel-temer-sanciona-mp-da-grilagem>>. Acesso: 17 de jun. 2018.

SOUZA, C. M. de.; GUERRA, A. D. Propagandas, discursos e análises sobre Belo Monte em Altamira, Pará, Brasil. **RAF**. v.11, nº 02, 2017.

STECKELBERG, T. B. Os três códigos florestais: análise da legislação florestal brasileira. **Revista Científica**, v. 2, n.1, p. 131-143, 2014.

TEIXEIRA, G.; BALBINOTTO NETO, G. Brazilian unemployment insurance and reinsertion wage: empirical analysis with discontinuity and propensity score matching. **Nova Economia** [online]. 2016, v. 26, n. 3, p.943-980, 2016.

THALER, G. M. The Land Sparing Complex: Environmental Governance, Agricultural Intensification, and State Building in the Brazilian Amazon. *In*: AMERICAN ASSOCIATION OF GEOGRAPHERS, 2017, Estados Unidos. **Annals** [...] Estados Unidos, 2017.

THISTLETHWAITE, D.; CAMPBELL, D. Regression-discontinuity Analysis: An Alternative to the Ex Post Facto Experiment. **Journal of Educational Psychology**, v. 51, p. 309-317, 1960.

UHR, D. de A. P.; UHR, J. G. Z.; MUELLERZ, B. P. M. Como as ONGs Ambientais Influenciam a Política Ambiental Brasileira? **RBE**. Rio de Janeiro v. 66 n. 1, p. 79–98, 2012.

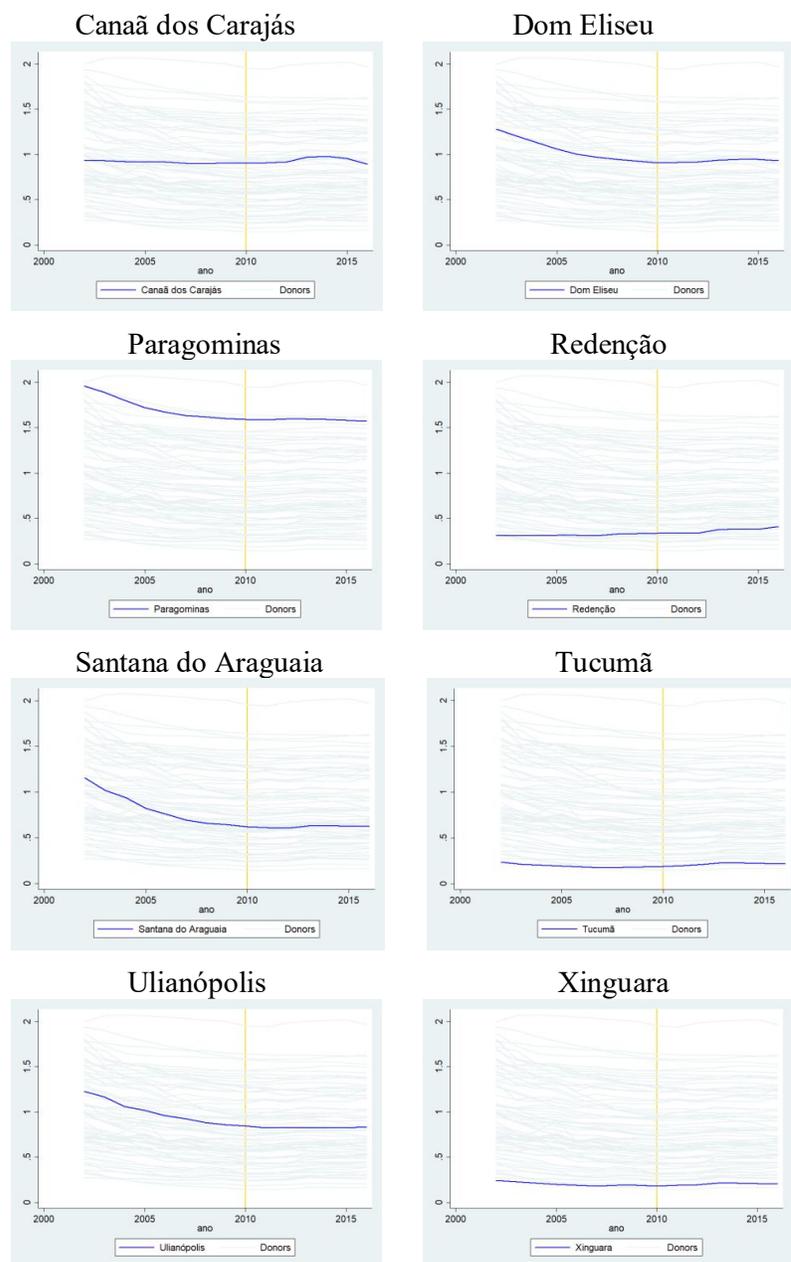
VAN KOOTEN, G. C.; BULTE, E. H. **The economics of nature**: managing biological assets. Blackwells, 2000.

WEINHOLD, D.; REIS, E. J. Model evaluation and causality testing in short panels: the case of infrastructure provision and population growth in the Brazilian Amazon. **Journal Of Regional Science**, v. 41, n. 4, p. 639-658., 2001.

WOOLDRIDGE, J. M. **Introductory econometrics**: a modern approach. 5th Edit. Mason: South-Western Pub, 2013.

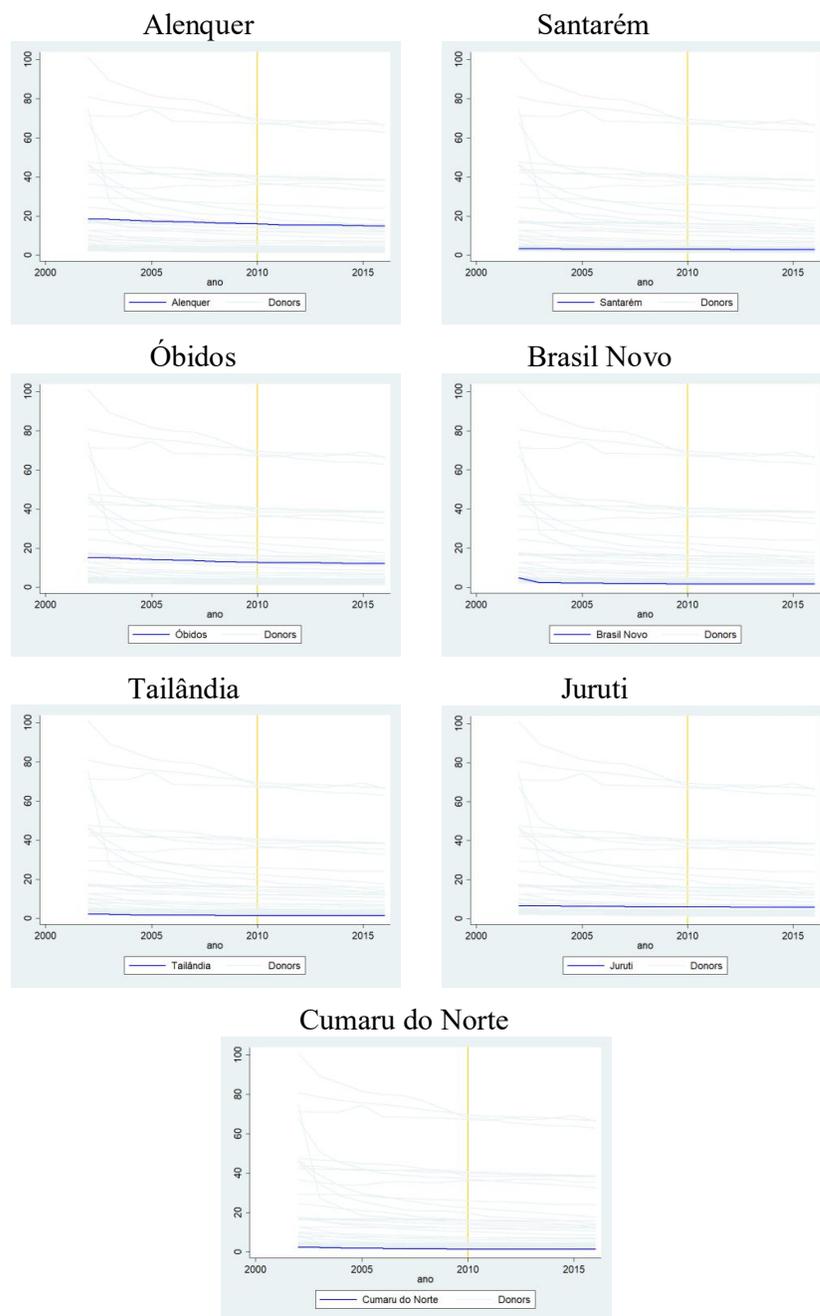
## APÊNDICE A

**Figura 17-** Tendência da variável IPF dos tratados em relação aos controles. Municípios do Grupo 1.



Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

**Figura 18-** Tendência da variável IPF dos tratados em relação aos controles. Municípios do Grupo 2.



Fonte: Elaborado pelo autor (2019).