



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ANÁLISE E MODELAGEM DE SISTEMAS AMBIENTAIS



RAYANE PACHECO COSTA

**ESTIMATIVA DA DEMANDA POR REGULARIZAÇÃO DO PASSIVO DE
RESERVA LEGAL NOS ESTADOS DO PARÁ E MATO GROSSO**

Belo Horizonte

2016

RAYANE PACHECO COSTA

**ESTIMATIVA DA DEMANDA POR REGULARIZAÇÃO DO PASSIVO DE
RESERVA LEGAL NOS ESTADOS DO PARÁ E MATO GROSSO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Análise e Modelagem de Sistemas Ambientais, Departamento de Cartografia do Instituto de Geociências da Universidade Federal de Minas Gerais para obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Raoni Guerra Lucas Rajão

Coorientador: Prof. Dr. Britaldo Silveira Soares Filho

Belo Horizonte

2016

C837e
2016 Costa, Rayane Pacheco.
Estimativa da demanda por regularização do passivo de reserva legal nos estados do Pará e Mato Grosso [manuscrito] / Rayane Pacheco Costa. – 2016.
107 f., enc.: il. (principalmente color.)

Orientador: Raoni Guerra Lucas Rajão.
Coorientador: Britaldo Silveira Soares Filho.
Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Geociências, 2016.
Bibliografia: f. 94-100. Inclui apêndice.

1. Modelagem de dados – Aspectos ambientais – Teses. 2. Licenças ambientais – Pará – Teses. 3. Licenças ambientais – Mato Grosso – Teses. 4. Árvores de decisão – Teses. I. Rajão, Raoni Guerra Lucas. II. Soares Filho, Britaldo Silveira. III. Universidade Federal de Minas Gerais. Instituto de Geociências. IV. Título.

CDU: 911.2:519.6(811.5 + 817.2)



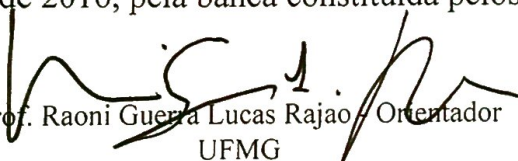
FOLHA DE APROVAÇÃO

ESTIMATIVA DA DEMANDA POR REGULARIZAÇÃO DO PASSIVO DE RESERVA LEGAL NOS ESTADOS DO PARÁ E MATO GROSSO


RAYANE PACHECO COSTA

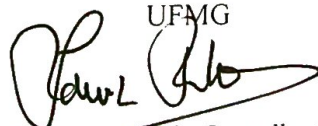
Dissertação submetida à Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em ANÁLISE E MODELAGEM DE SISTEMAS AMBIENTAIS, como requisito para obtenção do grau de Mestre em ANÁLISE E MODELAGEM DE SISTEMAS AMBIENTAIS, área de concentração ANÁLISE E MODELAGEM DE SISTEMAS

Aprovada em 11 de fevereiro de 2016, pela banca constituída pelos membros:


Prof. Raoni Guerra Lucas Rajão - Orientador
UFMG


Prof. Britaldo Silveira Soares Filho
UFMG


Prof. Edson Paulo Domingues
UFMG


Prof. Sonia Maria Carvalho Ribeiro
UFMG

Belo Horizonte, 11 de fevereiro de 2016.

À Deus pela força em todos os momentos da vida e,
pela fé para enfrentar o desafio de alcançar um sonho;

Aos meus pais
pela inesgotável fonte de amor e carinho.

Amo vocês!!!

AGRADECIMENTOS

É com enorme satisfação que neste momento expresso os meus sinceros agradecimentos a todos os que direta ou indiretamente contribuíram nessa conquista — conclusão de mais uma etapa da minha formação profissional —, principalmente:

- À Deus, pela companhia de todas as horas e pelo refúgio, por me dá forças para concluir esse trabalho e não deixar eu fraquejar...
- Aos meus familiares, em especial, Ivonici, Florêncio e Núbia pelo apoio incondicional...
- Ao meu orientador Raoni Rajão e coorientador Britaldo Soares Filho pelas orientações, incentivo e confiança depositada em mim, pelo exemplo de profissionais e aprendizado constante, pelo carinho e cuidado dedicado...
- Aos membros da banca examinadora: professora Dra. Sónia Maria Carvalho Ribeiro e professor Dr. Edson Paulo Domingues, pelas importantes contribuições a este trabalho.
- Aos demais professores pela contribuição na formação acadêmica, em especial à Sónia Maria Carvalho Ribeiro e Marcelo Costa pela colaboração com o desenvolvimento da pesquisa...
- Ao Willian Costa e Evandro Guedes por colaborarem no uso do Dinamica EGO...
- Aos colegas de curso pela troca de conhecimento — Dalila, Felipe, Ítalo, Jefferson, Laila e Luiza —, especialmente a minha amiga Dalila por se fazer presente e compartilhar todos os momentos durante essa etapa...
- Aos demais colegas pelos momentos de descontração na sala da justiça — Andrés, Elaine, Gustavo, Josy, Kelen, Kelly e Samira —, especialmente a Elaine pela companhia das mais de 12 horas de trabalho, pelo apoio e parceria...
- À Gabriela Ramos e Clara Nina Nunes pela companhia e momentos divididos juntos...
- À professora Bárbara Carmona (IFPA), por aceitar o desafio de ministrar a disciplina de TGA no final da graduação para que eu ingressasse na pós-graduação. MUITÍSSIMO obrigada!
- Aos produtores rurais que participaram das entrevistas e aos presidentes dos sindicatos rurais que mediarão o encontro.
- Ao Programa de Pós-graduação em Análise e Modelagem de Sistemas Ambientais e à UFMG e sua equipe de trabalho, pela disseminação de conhecimento e a oportunidade...
- À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão bolsa de estudos durante todo o mestrado.

“Noções básicas sobre os fatores que motivam os agricultores a adotarem comportamentos de conservação, é visto como a chave para o aumento dos esforços para enfrentar os desafios agroambientais” (THOMPSON; REIMER; PROKOPY, 2015, p. 385).

RESUMO

Os serviços ambientais proporcionados pela vegetação nativa são importantes para toda sociedade, entretanto, são poucos os interessados pela conservação destas áreas. Assim, o Código Florestal brasileiro estabelece um percentual obrigatório para a manutenção de vegetação nativa em imóveis rurais, mas estudos demonstram que o passivo de Reserva Legal é uma constante. Existem várias alternativas para a regularização, no entanto, a tomada de decisão do produtor rural em regularizar seu passivo, é incerta. Este trabalho procurou estimar em nível de município a demanda provável por regularização do passivo de Reserva Legal em diferentes cenários, nos estados do Pará e Mato Grosso. Para isto, foi construído uma árvore de decisão através de entrevistas estruturadas face a face com 77 produtores de 17 municípios que buscou refletir a tomada de decisão dos produtores rurais nos estados utilizando dados secundários do Censo Agropecuário e balanço do passivo de Reserva Legal. Os resultados demonstraram um crescimento da demanda por regularização em função das restrições consideradas do ponto de vista regulatório, partindo de uma demanda total estimada em 33% no cenário tendencial, 37% no cenário governamental, 78% no cenário mercadológico e chegando a 83% no cenário que combina exigências de governo e mercado. Destacamos a importância de futuros trabalhos para melhor associar a tomada de decisão dos produtores rurais nessas estimativas de regularização.

Palavras-chave: Regularização Ambiental. Reserva Legal. Tomada de Decisão.

ABSTRACT

The environmental services provided by native vegetation are important for every society, however, few are interested in the conservation of these areas. Thus, the Brazilian Forest Code establishes a mandatory percentage for the maintenance of native vegetation in rural properties, but studies show that Legal Reserve deficit is a constant. There are several alternatives for regularization, however, the rural producer's decision to settle their liabilities is uncertain. This work sought to estimate at the municipality level the probable demand for regularization of Legal Reserve liabilities in different scenarios, in the states of Pará and Mato Grosso. For this purpose, a decision tree was constructed through structured face-to-face interviews with 77 producers from 17 municipalities, who sought to reflect the decision-making of rural producers in the states using secondary data from the Agricultural Census and assessment of Legal Reserve deficit. The results showed an increase in the demand for regularization due to the restrictions considered from the regulatory point of view, starting from a total estimated demand of 33% in the trend scenario, 37% in the government scenario, 78% in the market scenario and reaching 83% in the scenario that combines government and market demands. We emphasize the importance of future work to better associate the decision-making of the rural producers in these regularization estimates.

Keywords: Environmental Regularization. Legal Reserve. Decision-making.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Percentuais de RL de acordo com art. 12 da Lei 12.651/2012.	19
Figura 2 - Exemplo de uma propriedade com déficit de RL, registrada no CAR.	21
Figura 3 - Exemplo de árvore de decisão.	32
Figura 4 - Esquema estrutural proposto para o desenvolvimento do trabalho.	35
Figura 5 - Localização da área de estudo.	36
Figura 6 - Distribuição espacial dos municípios visitados.	37
Figura 7 - Entrevistas realizadas com produtores rurais na área de estudo.	39
Figura 8 - Modelo de imputação do preço da terra e renda.	42
Figura 9 - Árvore de decisão para o conjunto de dados das entrevistas.	48
Figura 10 - Relatório de desempenho do conjunto de treinamento.	48
Figura 11 - Relatório de desempenho para a validação cruzada.	49
Figura 12 - Árvore de decisão para o conjunto de dados das entrevistas sem a dupla atividade produtiva.	50
Figura 13 - Árvore de decisão ajustada baseando nas classificações do Weka e literatura.	52
Figura 14 - Modelo de tomada de decisão em regularizar o déficit de RL.	53
Figura 15 - Demanda por regularização dos produtores com passivo no cenário tendencial por município.	56
Figura 16 - Demanda provável de área para restauração/compensação do déficit de RL por município e intervalo de confiança no cenário tendencial.	58
Figura 17 - Demanda por regularização dos produtores com passivo no cenário governamental por município.	64
Figura 18 - Demanda provável de área para restauração/compensação do déficit de RL por município e intervalo de confiança no cenário governamental.	65
Figura 19 - Demanda por regularização dos produtores com passivo no cenário mercadológico por município.	71
Figura 20 - Demanda provável de área para restauração/compensação do déficit de RL por município e intervalo de confiança no cenário mercadológico.	72

Figura 21 - Demanda por regularização dos produtores com passivo no cenário governo e mercado por município.....	78
Figura 22 - Demanda provável de área para restauração/compensação do déficit de RL por município e intervalo de confiança no cenário governo e mercado.	79
Figura 23 - Dinâmica da tomada de decisão dos produtores rurais.....	90

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Relação de dados secundários utilizados no estudo.	38
Tabela 2 - Composição amostral.	40
Tabela 3 - Quantidade de propriedades por classe de área desmatada relativo ao tamanho da propriedade.	41
Tabela 4 - Reclassificação dos dados categóricos.	43
Tabela 5 - Relação do número de coletas e análises.	43
Tabela 6 - Cenários considerados.	45
Tabela 7 - Variáveis independentes (explicativas).	47
Tabela 8 - Variáveis dependentes (respostas).	47
Tabela 9 - Demanda estimada no cenário tendencial.	55
Tabela 10 - Demanda estimada no cenário governamental.	63
Tabela 11 - Demanda estimada no cenário mercadológico.	70
Tabela 12 - Demanda estimada no cenário governo e mercado.	77
Tabela 13 - Disposição de tomada de decisão observada em entrevistas com produtores rurais.	84
Tabela 14 - Fatores determinantes da decisão positiva.	85
Tabela 15 - Fatores determinantes da decisão condicional ao governo.	86
Tabela 16 - Fatores determinantes da decisão condicional ao mercado.	86
Tabela 17 - Fatores determinantes da decisão imprecisa.	87
Tabela 18 - Fatores determinantes da decisão negativa.	88

LISTA DE ABREVIATURAS

AD	Área Desmatada
APRT	Área da Propriedade Rural Total
APP	Área de Preservação Permanente
AUR	Área de Uso Restrito
BAU	<i>Business As Usual</i>
CAR	Cadastro Ambiental Rural
CF	Código Florestal
CRA	Cotas de Reserva Ambiental
EDTM	<i>Etnographic Decision Modelling Tree</i>
Gov	Governo
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística;
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
INCRA	Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária
IPAM	Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia
LAU	Licença Ambiental Única
Máx	Máximo
Mer	Mercado
Mín	Mínimo
MF	Módulo Fiscal
Mha	Milhões de Hectares
MT	Mato Grosso
ONG	Organização Não Governamental
PA	Pará
PRA	Programa de Regularização Ambiental
QP	Quantidade de Produtor
REDD	Redução das Emissões Provenientes de Desmatamento e Degradação Florestal
Reg	Regularizar
SIDRA	Sistema IBGE de Recuperação Automática
SISNAMA	Sistema Nacional do Meio Ambiente
SLAPR	Sistema de Licenciamento em Propriedades Rurais
TAC	Termo de Ajustamento de Conduta

TDR *Transfer of Development Rights*
UC Unidades de Conservação
ZEE Zoneamento Ecológico-Econômico
WEKA *Waikato Environment for Knowledge Analysis*

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	18
2.1 RESERVA LEGAL: DO SURGIMENTO AO CENÁRIO ATUAL.....	18
2.1.1 Reserva Legal em números: estimativas do ativo/passivo	20
2.1.2 Passivo de Reserva Legal: causas e comportamentos dos produtores.....	21
2.2 REGULARIZAÇÃO AMBIENTAL DO PASSIVO DE RL.....	22
2.2.1 Programa de regularização ambiental	23
2.2.2 Alternativas de regularização: entendendo os mecanismos	24
2.3 TOMADA DE DECISÃO DOS PRODUTORES RURAIS	26
2.3.1 Fatores que influenciam na tomada de decisão dos produtores rurais	27
2.3.1.1 Fatores econômicos/financeiros	27
2.3.1.2 Fatores sócio-demográficos	28
2.3.1.3 Fatores institucionais	29
2.3.1.4 Fatores cognitivos.....	30
2.3.2 Abordagens para modelagem da tomada de decisão	31
2.3.2.1 Modelagem de árvore de decisão: utilizando entrevistas e dados censitários.....	32
3 METODOLOGIA.....	35
3.1 ÁREA DE ESTUDO	35
3.2 LEVANTAMENTO DE DADOS	37
3.2.1 Quadro amostral.....	39
3.2.2 Base de dados secundários	40
3.3 ANÁLISE E MODELAGEM DE DADOS.....	43
3.3.1 Entendendo a tomada de decisão dos produtores rurais	44
3.3.2 Cenários de implementação do Código Florestal	44
3.3.3 Estimando a demanda por regularização do passivo de RL	45
3.3.3.1 Construindo a árvore de decisão.....	46
3.3.3.2 Ajuste qualitativo da árvore de decisão	51
3.3.3.3 Implementando a árvore de decisão	53
3.4 POTENCIALIDADES E LIMITAÇÕES	53
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	55
4.1 DEMANDA POR REGULARIZAÇÃO DO PASSIVO DE RL	55
4.1.1 Cenário tendencial.....	55

4.1.2 Cenário governamental.....	63
4.1.3 Cenário mercadológico.....	70
4.1.4 Cenário governo e mercado	77
4.2 PERFIS DOS PRODUTORES RURAIS	84
4.2.1 Tomada de decisão	84
4.2.1.1 Positiva	84
4.2.1.2 Condicional.....	85
4.2.1.3 Imprecisa	86
4.2.1.4 Negativa.....	87
4.2.2 Percepção.....	88
5 CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES	91
REFERÊNCIAS	94
APÊNDICE A	101

1 INTRODUÇÃO

As florestas oferecem serviços ambientais que são de fundamental importância para a sustentação da vida na Terra, tais como, a manutenção da biodiversidade e preservação do clima (CLEMENT; HIGUCHI, 2006; FELARDO; LIPPITT, 2016; NATURE, 2002). Neste sentido, o Brasil é privilegiado por possuir uma das mais ricas florestas tropicais do mundo em seu território, a Amazônia. Essa região, mesmo sendo vista como uma fonte intrínseca de valores (serviços ambientais, estéticos e econômico-financeiro), tem sofrido com inúmeros problemas ambientais, desde sua colonização na década de 1970, especialmente o desmatamento acelerado.

Atualmente, as áreas com cobertura vegetal nativa mais vulneráveis estão concentradas em terras públicas não consolidadas (~39 Mha) e propriedades privadas (~281 Mha) (RAJÃO; SOARES-FILHO, 2015; SOARES-FILHO et al., 2014b). As áreas privadas representam um elemento fundamental para a conservação da biodiversidade no Brasil (MICHALSKI; NORRIS; PERES, 2010). No entanto, um dos maiores desafios do país hoje é a gestão ambiental e territorial dessas áreas.

O Código Florestal (Lei nº 12.651/2012) que estabelece normas gerais sobre a proteção da vegetação nativa, se torna um elemento essencial da legislação ambiental para assegurar que o uso e o manejo da terra (e.g., pecuária, agricultura, extração madeireira, entre outros) em propriedades privadas sejam harmônico e sustentável com a biodiversidade, recursos hídricos e edáficos, e o clima (BRASIL, 2012a; SOARES-FILHO et al., 2014a). A regulamentação do uso do solo é um componente crítico da governança florestal e das estratégias de conservação (STICKLER et al., 2013).

Entre as exigências do Código Florestal estão a manutenção das Áreas de Preservação Permanente (APP) e a Reserva Legal (RL) (BRASIL, 2012a). Apesar da importância desses instrumentos para a proteção e restauração de processos ecológicos essenciais, atualmente, existe uma grande quantidade de imóveis rurais com déficit de APP e RL (MARQUES; RANIERI, 2012; METZGER, 2002, 2010; SPAROVEK et al., 2011).

Estimativas mostram que o ‘déficit de RL’¹ gira em torno de 17 Mha (SOARES-FILHO et al., 2014a). O Pará e o Mato Grosso estão entre as unidades federativas com maiores áreas de RL em extensão absoluta a serem recuperadas (~1,5 e ~6,3 Mha) (RAJÃO; SOARES-

¹ Área com cobertura de vegetação que falta para completar a quantidade exigida por Lei, também chamado de “passivo de RL”.

FILHO, 2015), e compõem o grupo de estados sob influência da fronteira agrícola amazônica — arco do desmatamento (DOMINGUES; BERMANN, 2012; FERREIRA; VENTICINQUE; ALMEIDA, 2005). Por outro lado, ainda possuem uma porção significativa de ‘ativos de RL’² (~8 e ~2,3 Mha) (RAJÃO; SOARES-FILHO, 2015), e são pioneiros na criação do sistema de registro ambiental (Cadastro Ambiental Rural – CAR) em seus territórios, antes mesmo de se tornar uma obrigação legal em nível nacional. E ainda, por serem alvos de pressões — advindas de Organizações Não Governamentais (ONGs), comunidade científica, poder público, setor comercial e outros — contra o desmatamento na Amazônia Legal; esses estados são vistos estrategicamente como foco para a implementação da legislação florestal.

Para se adequar à Lei, em termos de déficit de RL, o produtor rural possui várias alternativas — recomposição, regeneração natural e/ou compensação (BRASIL, 2012a). No entanto, a tomada de decisão dos produtores rurais em se regularizar, bem como, negociar ativo de RL ao invés de desmatar legalmente, é incerta, indicando que seus comportamentos afetarão diretamente na implementação do Código Florestal e na conservação das florestas. Diferentes estudos quantificaram o ativo/passivo ambiental da RL e seus aspectos econômicos, por exemplo, Sparovek et al. (2010, 2012), Stickler et al. (2013) e Soares-Filho et al. (2014a). Todavia, pouco se sabe sobre o comportamento/preferência dos produtores rurais em termos de regularização frente ao Novo Código Florestal e sua implementação.

Com isso, surge o questionamento: os produtores com passivo irão regularizar? Quais fatores e cenários de implementação influenciam essa decisão? Neste contexto, pressupõe-se que os fatores sociais, econômicos e ambientais, tais como: idade, tipo de atividade (e.g., pecuária intensiva ou extensiva, agricultura comercial ou subsistência), tamanho da propriedade e do déficit de RL, estímulos do ambiente (e.g., políticas públicas, crédito rural etc.), influenciam na tomada de decisão do produtor. Diante disso e da carência de estudos que retratam o comportamento dos produtores no cumprimento das normas referente à RL, destaca-se a importância de investigar essa problemática. Nesse contexto, o presente estudo adota uma abordagem que combina entrevistas, dados censitários e balanço de ativo/passivo de RL por município para modelar a decisão dos produtores rurais na regularização ambiental, por meio de árvore de decisão.

Entende-se que este trabalho pode contribuir com o início das discussões acerca da regularização do déficit de RL no Brasil e com a literatura ligada à questão, além de constituir-se em um importante instrumento para os tomadores de decisões, à medida que disponibiliza

² Área com cobertura de vegetação a mais que o exigido por Lei, também chamado de “excedente de RL”.

informações que podem subsidiar o processo de aprimoramento das ações do Estado, na implementação de políticas públicas.

Desse modo, o objetivo desse trabalho foi estimar em nível de município a demanda provável por regularização do passivo de Reserva Legal em diferentes cenários, nos estados do Pará e Mato Grosso. Para isto, buscou-se:

- Entender as preferências dos produtores rurais pela regularização do passivo de RL;
- Traçar perfis qualitativos e quantitativos de tomada de decisão dos produtores rurais com base em suas preferências de regularização;
- Modelar os critérios de tomada de decisão para regularização ambiental; e
- Simular a tomada de decisão dos produtores rurais a partir dos perfis identificados.

Este documento está organizado em cinco seções. Na seção a seguir, é feita a revisão de literatura onde procurou-se reunir os principais assuntos que permeiam a temática estudada. A seção 3 descreve a metodologia adotada. Já a seção 4, apresenta os resultados obtidos e faz uma discussão acerca dos mesmos, seguida de conclusões e considerações finais na Seção 5.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Esta seção faz uma revisão sobre as origens da Reserva Legal até o presente momento e enfatiza a percepção dos produtores sobre a conservação destas áreas. Logo adiante, é feita uma explanação sobre a regularização do déficit de Reserva Legal, explicando o funcionamento e as alternativas. Já a última subseção, fala da tomada de decisão dos produtores rurais e fatores influenciadores.

2.1 RESERVA LEGAL: DO SURGIMENTO AO CENÁRIO ATUAL

Historicamente, a preocupação estatal no sentido da preservação de parte das florestas nativas no Brasil de um desflorestamento excessivo, ocorre desde o período colonial (CAMPOS; BACHA, 2013). Contudo, era sempre uma preocupação voltada para os interesses econômicos imediatos, basta lembrar que na década de 1930, em meio à forte expansão cafeeira no sudeste do país que pressionava as florestas, dificultando e encarecendo o transporte de lenha, foi criado o primeiro Código Florestal (CF) por meio do Decreto nº. 23.793/1934 (CAMPOS; BACHA, 2013; SELBACH, 2013; SENADO FEDERAL, 2011), com o intuito de assegurar o fornecimento de madeira para combustível (ALSTON; MUELLER, 2007).

Esse Decreto, colocava como obrigação aos donos de terra, a manutenção de 25% da área de seus imóveis com cobertura vegetal nativa (era a chamada quarta parte) (BRASIL, 2012a). Entretanto, não havia definição em qual parte da terra a floresta deveria ser preservada (e.g., margens e nascentes de rios, encosta de morros ou outra). Assim, a legislação visava impedir os efeitos sociais e políticos negativos causados pelo aumento do preço ou a possível falta da lenha (BACHA, 2004; BRASIL, 2012a; SELBACH, 2013).

Mas, ao longo do tempo este objetivo tornou-se irrelevante, e cresceram-se as preocupações ambientais (ALSTON; MUELLER, 2007). Em 1965, o CF foi modificado pela Lei 4.771, esta versão foi mais minuciosa que a anterior, transformou a “quarta parte” em RL, com a finalidade de preservar os diferentes biomas (SENADO FEDERAL, 2011). Mais tarde, o percentual de RL na Amazônia passou de 50 para 80% em floresta e de 20 para 35% no Cerrado, pela Medida Provisória 1.511/1996 (BENATTI, 2007; SENADO FEDERAL, 2011).

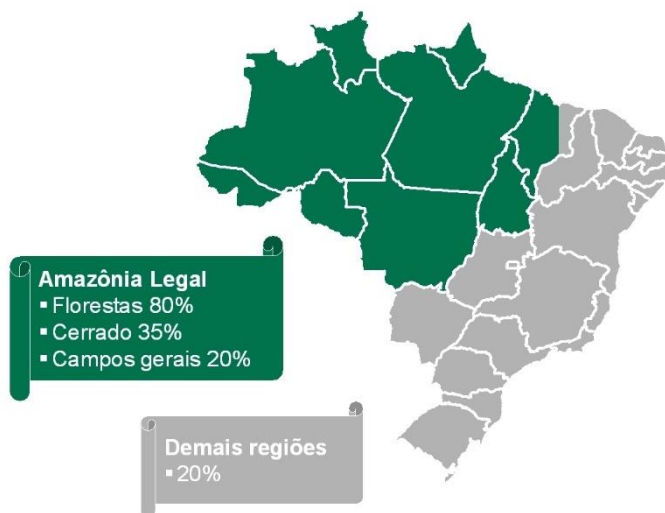
Quase 47 anos depois, o Código foi alterado pela Lei 12.651/2012, todavia, a definição legal das funções ecossistêmicas proporcionadas pela RL foi mantida, sendo:

[...] área localizada no interior de uma propriedade ou posse rural, [...] com a função de assegurar o uso econômico de modo sustentável dos recursos naturais do imóvel rural, auxiliar a conservação e a reabilitação dos processos ecológicos e promover a conservação da biodiversidade, bem como o abrigo e a proteção de fauna silvestre e da flora nativa (BRASIL, 2012, art. 3º, III). (BRASIL, 2012a)

A Reserva Legal constitui-se em um dos mais importantes instrumentos de proteção ambiental em terras privadas no Brasil (MARQUES; RANIERI, 2012). Tendo em vista que, as áreas de domínio privado representam um componente essencial para a conservação da biodiversidade no país (MICHALSKI; NORRIS; PERES, 2010).

Para Campos e Bacha (2013, p. 86) “a RL é um mecanismo de restrição à ocupação da área de um imóvel rural da produção agropecuária [...]”, de caráter obrigatório. Assim, a RL é caracterizada como uma ferramenta de gestão ambiental voltada para a manutenção da cobertura florestal de tais áreas — por meio da limitação administrativa de percentuais mínimos da área total do imóvel rural a serem mantidos com cobertura de vegetação nativa —, cujo os limites variam de acordo com a localidade, conforme Figura 1 (BENATTI, 2007; BERNARDO, 2010; BRASIL, 2012a; SILVA; RANIERI, 2014).

Figura 1 - Percentuais de RL de acordo com art. 12 da Lei 12.651/2012.



Fonte: Brasil (2012a). Elaboração própria.

Em áreas de florestas na Amazônia Legal, é exigido a manutenção de 80% da área da propriedade (deixando 20% para uso alternativo), exceto quando: (1) o município possuir Zoneamento Ecológico-Econômico (ZEE) e mais de 65% de seu território ocupado por Unidades de Conservação (UC) de domínio público e terras indígenas — pode reduzir o percentual para 50%, para fins de regularização, excluídas as áreas prioritárias para conservação

da biodiversidade, dos recursos hídricos e os corredores ecológicos; (2) as propriedades que tinham uma reserva legal de 50% em 2001 e não desmatou terra adicional; ou quando (3) pequenas propriedades (até 4 Módulos Fiscais - MF) que não tenham desmatado após julho de 2008, mesmo que possuam remanescentes de vegetação nativa em percentuais inferiores ao previsto no art. 12 da Lei 12.651/2012 — a RL será constituída pela área ocupada com vegetação nativa existente naquele período, vedadas novas conversões para uso alternativo do solo (AZEVEDO; STABILE; REIS, 2015; BRASIL, 2012a).

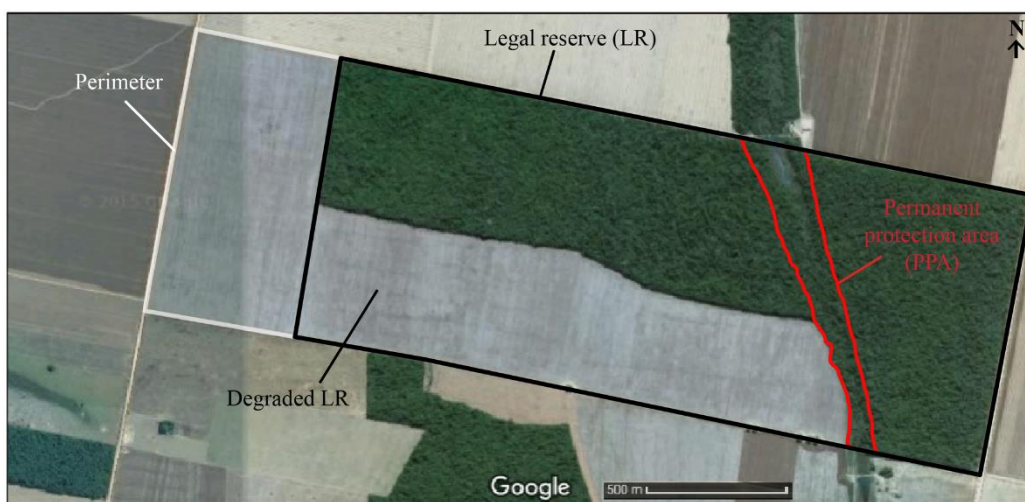
Para propriedades no bioma Cerrado dentro da Amazônia Legal, a exigência de reserva legal é de 35% da área da propriedade (deixando 65% para uso alternativo), exceto em: (1) propriedades que tiveram 20% de reserva legal em 2001; ou em (2) pequenas propriedades (até 4 MF) que não tenham desmatado após julho de 2008, mesmo se estavam com déficits de reserva legal na época. Em todos os outros biomas brasileiros, a exigência de reserva legal é de 20% (AZEVEDO; STABILE; REIS, 2015; BRASIL, 2012a).

2.1.1 Reserva Legal em números: estimativas do ativo/passivo

Atualmente, uma quantidade substancial dos imóveis rurais apresenta Reserva Legal abaixo dos percentuais estabelecidos pela lei (Figura 2). De acordo com Azevedo, Stabile e Reis (2015), em 2014, 65% das propriedades rurais no Mato Grosso apresentava algum nível de déficit de Reserva Legal, já considerando as novas regras do Código Florestal que possibilitaram a anistia do déficit em todas as pequenas propriedades (até 4 módulos fiscais). Ou seja, o cumprimento do Código Florestal não é efetivo, resultando em um grande acúmulo de déficit em todo o território nacional (CAMPOS; BACHA, 2013; METZGER, 2002; OLIVEIRA; BACHA, 2003; SILVA; RANIERI, 2014; SPAROVEK et al., 2011, 2012).

Diferentes estudos têm quantificado o ativo/passivo ambiental de RLs. Sparovek et al. (2010) avaliariam a conformidade da agricultura no Brasil ao velho Código Florestal (Lei nº 4.771/1965), para isto, o estudo utilizou o modelo AgLUE na estimativa do déficit de RL, que resultou em de cerca de 36 Mha. Soares-Filho et al. (2014a) ao quantificar o impacto do novo código utilizando microbacias da Agência Nacional de Águas (ANA), observou que o passivo ambiental reduziu de 50 ± 6 para 21 ± 1 Mha, e cerca de 78% equivale ao passivo de RL, cujo desmatamento foi anterior a julho de 2008, enquanto o ativo florestal (incluindo RLs e APPs) pode alcançar 92 ± 10 Mha.

Figura 2 - Exemplo de uma propriedade com déficit de RL, registrada no CAR.



Fonte: Azevedo; Stabile e Reis (2015).

Em termos de ativos florestais, o Mato Grosso possui quase 8 Mha (incluindo os biomas Amazônia, Cerrado e Pantanal) — correspondendo a terceira unidade da federação com maior área de ativo, já o Pará apresenta cerca de 2,3 Mha — segundo estado com maior ativo florestal no bioma Amazônico (RAJÃO; SOARES-FILHO, 2015; SOARES-FILHO et al., 2014b). Se por um lado, o Mato Grosso e o Pará estão entre os possuidores de maiores ativos florestais, por outro, lideram o *ranking* (1º e 3º lugar) dos estados com maiores áreas de RL em extensão absoluta à serem recuperadas (~6,3 e ~1,5 Mha), isto, resulta em potencial para a compensação de RL — se considerarmos a compensação no mesmo bioma e estado (RAJÃO; SOARES-FILHO, 2015; SOARES-FILHO et al., 2014b).

2.1.2 Passivo de Reserva Legal: causas e comportamentos dos produtores

Frequentemente, os altos percentuais exigidos para a conservação de RL no Brasil são questionados, onde os opositores ao Código argumentam que um país em desenvolvimento com boa parte de seu território coberto por florestas, adota uma das mais restritivas regulamentações de uso da terra no mundo (ALSTON; MUELLER, 2007). Para Campos e Bacha (2013, p. 86), o mecanismo de restrição com elevado percentual “[...] impõe custo de oportunidade aos produtores rurais. Esse custo de oportunidade é definido como o custo adicional arcado pelos produtores por alocar terra a ser mantida coberta com matas que não geram, necessariamente, receitas”.

Os fatores apontados como responsáveis pelo não cumprimento da legislação florestal pelos produtores rurais, incluem: (1) os altos percentuais exigidos para a conservação da RL

(ALSTON; MUELLER, 2007); (2) o custo de oportunidade aos produtores rurais (CAMPOS; BACHA, 2013; IGARI; TAMBOSI; PIVELLO, 2009); e (3) o custo da regularização — a recuperação/compensação do passivo de RL gera custos que são arcados unicamente pelos produtores, enquanto os benefícios resultantes (e.g., serviços ambientais) são refletidos à toda sociedade (BENATTI, 2007; CAMPOS; BACHA, 2013; FASIABEN et al., 2011; SPAROVEK et al., 2011); (5) as contradições entre antigas políticas de desenvolvimento com atuais políticas ambientais; (6) o baixo histórico de aplicação da Lei (CAMPOS; BACHA, 2013; SCHMIDT; MCDERMOTT, 2015; SENADO FEDERAL, 2011; SILVA; RANIERI, 2014); (7) a definição imprecisa de alguns mecanismos e, por fim, (4) a falta de fiscalização por parte do Poder Público (SPAROVEK et al., 2011).

2.2 REGULARIZAÇÃO AMBIENTAL DO PASSIVO DE RL

O termo “regularização ambiental” é definido pelo Decreto nº 7.830/2012, como “atividades desenvolvidas e implementadas no imóvel rural que visem atender ao disposto na legislação ambiental e, de forma prioritária, à manutenção e recuperação de APP, RL, Área de Uso Restrito (AUR), e à compensação da RL, quando couber” (BRASIL, 2012b, art. 2º, XV).

A regularização do passivo de RL consiste na adoção de medidas para repor a área exigida de RL, na propriedade ou extra-propriedade (BRASIL, 2012a). Para isto, o produtor deverá: (1) suspender, imediatamente, as atividades em área de RL desmatada irregularmente após julho de 2008 e iniciar o processo de recomposição da RL; ou (2) aderir ao optar pelas formas isoladas ou conjuntas das alternativas apresentadas na Lei (regenerar, recompor ou compensar) para regularizar a RL em imóveis rurais que detinham, em julho de 2008, áreas em extensão inferior ao exigido (BRASIL, 2012a, 2012b).

Azevedo, Stabile e Reis (2015) mencionaram duas principais razões ambientais, para o cumprimento da legislação, sendo: (1) o sequestro de carbono proporcionado pela restauração da RL e APP, contribui na mitigação das mudanças climáticas, além da restauração de outros serviços ambientais (e.g., a biodiversidade, a água, o solo e a ciclagem de nutrientes); (2) a compensação de déficits de RL promove a conservação de excedentes de RL, que em geral são ecossistemas de vegetação primária ou secundária com estoques elevados de carbono e todos os outros serviços associados.

2.2.1 Programa de regularização ambiental

De acordo com o Decreto nº 7.830/2012, o Programa de Regularização Ambiental (PRA) compreende em um conjunto de ações/iniciativas no qual os possuidores de déficit de RL deverão desenvolver para se adequarem (BRASIL, 2012b). Foram desenvolvidas quatro ferramentas para auxiliar no processo de regularização, incluindo o CAR que fornece uma espécie de “atestado de conformidade ambiental” (CAPCAR, 2014). Segundo redação dada pelo art. 29 da Lei nº 12.651/2012 e art. 2º, II do Decreto nº 7.830/2012, consiste em um:

[...] registro público eletrônico de âmbito nacional, obrigatório para todos os imóveis rurais, com a finalidade de integrar as informações ambientais das propriedades e posses rurais, compondo base de dados para controle, monitoramento, planejamento ambiental e econômico e combate ao desmatamento (BRASIL, 2012a, 2012b).

O CAR é caracterizado como o principal instrumento para monitorar o cumprimento do Código Florestal (AZEVEDO; STABILE; REIS, 2015). É importante destacar que o ato de realizar o CAR garante a regularidade do imóvel para fins de obtenção de crédito rural, por exemplo (CAPCAR, 2014). No entanto, isso não significa que o imóvel não está pendente de regularização, caso possua algum passivo ambiental em RL ou em APPs (CAPCAR, 2014).

Esse cadastro é obrigatório para todos os imóveis rurais do país, que esteja em processo produtivo ou não. Mas existe uma certa resistência dos proprietários de terras em se inscrever, pois o CAR expõe suas responsabilidades (AZEVEDO; STABILE; REIS, 2015). Por outro lado, o cadastro é exigido como critério na venda de produtos agropecuários (e.g., soja e boi) — por meio da moratória da soja (GIBBS et al., 2014) e moratória da carne³ (GIBBS et al., 2015) e a emissão de GTA⁴ no Pará (PARÁ, 2014). Azevedo et al., (2014, p. 1-2) descreveram outras restrições/incentivos aos produtores condicionados ao CAR, sendo:

[...] (i) a obtenção de licenças para utilização dos recursos naturais ou uso alternativo do solo, (ii) a suspensão de multas aplicadas pelos órgãos fiscalizatórios por meio da adesão ao PRA, (iii) a emissão de Cotas de Reserva Ambiental (CRA) quando couber, e (iv) a concessão de crédito agrícola a partir de 2017 (AZEVEDO et al., 2014, p. 1–2).

³ Desde de 2010, graças a assinatura do Termo de Ajustamento de Conduta (TAC) da pecuária sustentável junto ao Ministério Público Federal do Pará pelos marchantes, onde estes só comprariam de fazendas inscritas no CAR, em tese, somente os imóveis rurais cadastrados, poderão fornecer gado para os maiores frigoríficos (BARRETO; ARAÚJO, 2012).

⁴ O governo estadual paraense por meio do Decreto 1.052/2014, colocou como obrigatório para a emissão de Guia de Transporte Animal (GTA) no Pará, a existência, válida e regular do CAR do imóvel onde estiver cadastrado o rebanho (PARÁ, 2014).

Após a inscrição no CAR, se identificado a existência do déficit de RL, o proprietário ou possuidor do imóvel rural poderá proceder à regularização ambiental mediante adesão ao PRA dos estados ou regularizar sua situação, independentemente da adesão, adotando uma das alternativas apresentadas na Lei (BRASIL, 2012a, 2014), conforme descrito a seguir.

2.2.2 Alternativas de regularização: entendendo os mecanismos

O Código Florestal apresenta três alternativas, sendo: (1) recomposição, (2) regeneração natural e/ou (3) compensação (BRASIL, 2012a). Para a Reserva Legal desmatada antes de julho de 2008, a regularização pode ser feita por meio da recuperação (seja dirigida ou natural, isto é, recomposição ou regeneração natural) ou compensação (AZEVEDO; STABILE; REIS, 2015; BRASIL, 2012a). No entanto, se o desmatamento ocorreu após julho de 2008, a compensação não é uma opção (AZEVEDO; STABILE; REIS, 2015; BRASIL, 2012a).

(1) Recomposição — visa a restituição da vegetação nativa degradada à condição não degradada, podendo ser diferente de sua condição de referência (BRASIL, 2012b; MMA, 2014). Neste sentido, a Lei aborda que a recomposição consiste no processo de plantio intercalado de espécies, podendo ser nativas de ocorrência regional com exóticas ou frutíferas, em sistema agroflorestal. No entanto, a área recomposta com espécies exóticas não poderá ultrapassar 50% da área total a ser recuperada (BRASIL, 2012a). Essa alternativa praticamente não recebeu adesões, uma vez que as áreas com passivo estão inseridas no processo produtivo, assim, em princípio, nenhum proprietário que tenha convertido RL para a pecuária ou agricultura, mostra-se disposto a recompor (BENATTI, 2007).

(2) Regeneração natural — é o restabelecimento da vegetação nativa decorrente de processos naturais, após o desmatamento parcial ou total de uma área (GAMA et al., 2002). Sendo que, o processo evolutivo dessa vegetação secundária até a formação de uma floresta semelhante à primária, pode durar até um século (POGGIANI, 1989). Essa outra forma de regularização do passivo de RL no próprio imóvel, é considerada de menor custo em relação à recomposição, mas, apresenta as mesmas razões para a não adoção da medida (BENATTI, 2007).

(3) Compensação — a regularização é extra-propriedade, onde o produtor adquire/compra o direito de desmatamento de outro produtor (MAY et al., 2015), podendo a compra ser feita mediante (a) aquisição de Cota de Reserva Ambiental (CRA) provinda de excedente de RL, de vegetação existente em propriedade com até 4 MF ou em propriedade no

interior de Unidade de Conservação (UC), que ainda não tenha sido desapropriada; (b) arrendamento de área sob regime de servidão ambiental; e (c) cadastramento de outra área em imóvel de mesma titularidade (BRASIL, 2012a).

Essa modalidade se mostra economicamente interessante para os possuidores de déficit de RL que desejam se regularizar, e é a alternativa preferida entre eles (IRIGARAY, 2007; RAJÃO et al., 2015; SPAROVEK, 2012), tendo em vista que, a compensação é um mecanismo que permite a redução dos custos de adequação devido à redução nos custos de oportunidade para os produtores rurais (BERNASCONI; ROMEIRO, 2011; BERNASCONI, 2014). Além disso, concretiza o conceito mundialmente almejado de “pagar pela floresta em pé”, e ameniza as imperfeições dos mecanismos de comando-controle (SPAROVEK, 2012). Constituindo assim, um instrumento econômico de criação de mercado, na medida em que envolve remuneração de um proprietário a outro — por meio de compra ou arrendamento de áreas com cobertura de vegetação (SPAROVEK, 2012; NUSDEO, 2007).

Na prática, a compensação de RL é uma política do tipo *cap-and-trade*, no entanto, é definido um limite de conservação obrigatória, ou seja, um limite mínimo que deve ser deixado sob forma de vegetação nativa para fins de conservação ambiental e uso sustentável, ao invés de ser definido um limite de uso de um recurso ou emissão (BERNASCONI, 2014). Desse modo, o que deve ser distribuído de forma justa não é os direitos de uso, e sim os deveres de conservação (quanto cada proprietário deve proteger em sua propriedade) (BERNASCONI, 2014). Porém, essa alternativa também tem recebido poucas adesões (BENATTI, 2007).

No que se refere à compensação para adequação das propriedades com déficit de RL, um dos meios é a Cota de Reserva Ambiental — um ‘papel negociável em bolsa de valores’⁵ entre imóveis rurais no mesmo bioma (BRASIL, 2012a; BERNASCONI, 2014) e de preferência no mesmo Estado (SOARES-FILHO et al., 2014a). A CRA foi instituída pela Lei nº 12.651/2012, sendo definida como um:

“Título nominativo representativo de área com vegetação nativa, existente ou em processo de recuperação:

I - sob regime de servidão ambiental;

II - correspondente à área de Reserva Legal instituída voluntariamente sobre a vegetação que exceder os percentuais exigidos por Lei;

III - protegida na forma de Reserva Particular do Patrimônio Natural - RPPN;

IV - existente em propriedade rural localizada no interior de Unidade de Conservação de domínio público que ainda não tenha sido desapropriada”. (BRASIL, 2012a, art. 44).

⁵ FRANCO, M. Fazenda do Pará vende primeiras CRAs. Negócios | Cotas ambientais. DBO, agosto de 2014.

2.3 TOMADA DE DECISÃO DOS PRODUTORES RURAIS

Na literatura, os termos “alternativa, atitude, comportamento, motivação, percepção e preferência” são comumente abordados quando o assunto é a tomada de decisão. Neste contexto, o Quadro 1 apresenta o conceito destes termos.

Quadro 1 - Termos e definição.

Termo	Descrição
Alternativas	São as possibilidades que se tem para escolher (HARRIS, 1980).
Atitudes	Tendências de gostar ou não de algo e/ou objeto (ALBARRACIN; JOHNSON; ZANNA, 2005; HEWSTONE; FINCHAM; FOSTER, 2005; MAIO; OLSON; CHEUNG, 2013).
Comportamentos	Ações evidentes de um indivíduo (ALBARRACIN; JOHNSON; ZANNA, 2005).
Motivação	Razões que fundamentam o comportamento, ou seja, motivos que levam a fazer ou não alguma coisa (RYAN; DECI, 2002).
Percepção	Percepção é conhecer, por meio dos sentidos, objetos e situações (PENNA, 1997).
Preferência	É escolha feita pelo indivíduo representa a sua preferência pelos atributos de uma alternativa sobre as outras (ADAMOWICZ; LOUVIERE; WILLIAMS, 1994).
Tomada de decisão	É o estudo de identificação e escolha de alternativas com base nos valores e preferências do tomador de decisão (HARRIS, 1980).

Os agricultores são os tomadores de decisão em um complexo sistema de causa e efeito. Eles decidem no que diz respeito à sua própria atitude e crenças, de acordo com a estrutura de suas propriedades para levarem em conta os programas e regulamentos do regime de política abrangente (CELIO et al., 2014). Diversos estudos têm analisado a tomada de decisão de produtores rurais em termos de práticas de conservação do solo (ILLUKPITIYA; GOPALAKRISHNAN, 2004; VIGNOLA et al., 2010), uso da terra (CABRINI; CALCATERRA, 2016; POPPENBORG; KOELLNER, 2013), entre outros.

As decisões tomadas pelos agricultores, podem ter grandes influências para além do limite da propriedade rural (EDWARDS-JONES, 2006), especialmente na prestação dos serviços ecossistêmicos (POPENBORG; KOELLNER, 2013). A compreensão e modelagem

dessa tomada de decisão e dos fatores influenciadores, são, portanto, fatores-chave na orientação dos formuladores de políticas ambientais, uma vez que estabelece bases mais sólidas para a concepção e implementação de programas de gestão ambiental bem-sucedidos (LAMBERT et al., 2007; POPPENBORG; KOELLNER, 2013).

“A taxa e extensão da adoção de práticas de conservação pelos agricultores é influenciado, em princípio, pelas características das práticas e dos agricultores. Os governos usam instrumentos políticos para aumentar a taxa de adoção de práticas que geram benefícios públicos [...]” (GREINER; GREGG, 2011, p. 257 tradução nossa).

2.3.1 Fatores que influenciam na tomada de decisão dos produtores rurais

As atitudes/comportamento dos produtores rurais tem sido inserido em investigações quantitativas e qualitativas, envolvendo análise de características pessoais (e.g., idade, escolaridade, experiência e sexo) e do ambiente (e.g., tamanho do imóvel, tipo de produção) em que o produtor está inserido, estas variáveis além de permitir a medição de influência das escolhas, também fornecem indicação de como um grupo de agricultores (e.g., mais velho, feminino, grandes produtores, menos experiente, mais instruídos) irá se comportar dada uma circunstância particular (ATARI et al., 2009; BURTON, 2014).

Morris e Potter (1995) classificaram os agricultores em quatro grupos, quanto às atitudes de proteção ao meio ambiente: (1) ativos — adotam medidas voluntariamente, tanto para a proteção do ambiente quanto por razões financeiras; (2) passivos — adotam medidas agroambientais, principalmente por razões financeiras; (3) não adotantes condicionais — que iriam participar em algumas circunstâncias e (4) não adotantes resistentes — que não participam.

Estes fatores podem ser agrupados em econômicos/financeiros, sócio-demográficos, institucionais e cognitivos. Nas próximas subseções, serão vistos exemplos de estudos que investigaram a tomada de decisão de produtores rurais em termos de conservação ambiental.

2.3.1.1 Fatores econômicos/financeiros

Poppenborg e Koellner (2013) analisaram os processos de tomada de decisão dos agricultores em relação ao uso da terra em uma bacia hidrográfica, na Coreia do Sul, com base na teoria do comportamento planejado, utilizando-se de 220 entrevistas. Entre os resultados, perceberam que as atitudes positivas em relação aos serviços ecossistêmicos são mais

provavelmente realizadas pelos agricultores com renda alta, mostrando que os meios financeiros são os principais determinantes das atitudes ambientais dos agricultores.

Defrancesco et al. (2008) estudaram os fatores que afetam a participação dos proprietários de terras em medidas agroambientais no norte da Itália, utilizam dois modelos *logit multinomial* — para explorar a (1) probabilidade de não participação ou participação e o (2) efeito de atitudes e crenças na tomada de decisão —, por meio de entrevistas com 139 produtores rurais. Assim os autores confirmaram que “fatores comerciais”, ou “fatores de negócio” como abordado por Wynn, Crabtree e Potts (2001), afetam o comportamento expresso do agricultor e sua atitude em adotar medidas de conservação ambiental.

O estudo de Greiner e Gregg (2011), além das motivações não-financeira que influenciam na decisão dos agricultores, também demonstrou por meio da análise de componentes principais, as motivações de cunho econômico/financeiro: (1) custos de oportunidade; (2) impactos negativos sobre a produtividade/rentabilidade. Fatores econômico/financeiro foram abordados por outros diversos estudos, por exemplo, Bohnet et al. (2011) e Greiner, Patterson e Miller (2009).

Edwards-Jones (2006) mencionou que a tomada de decisão na utilização de terras é baseada em fatores econômicos, em grandes escalas espaciais, já em pequena escala, os elementos econômicos perdem a força, ganhando maior visibilidade os fatores não-financeiros.

2.3.1.2 Fatores sócio-demográficos

Existe uma vasta literatura que tem destacado o papel das influências sociais nas tomadas de decisões (EDWARDS-JONES, 2006), e a importância de inclusão dessas variáveis para melhor compreensão das decisões (THOMPSON; REIMER; PROKOPY, 2014). Segundo Burton (2014), inúmeros estudos agrícolas têm observado a relação entre o comportamento ambiental dos agricultores e uma variedade de características sociais/demográficas (e.g., idade, escolaridade, gênero, entre outras) que podem influenciar na adoção de práticas de conservação, alguns têm encontrado uma boa correlação enquanto outros nem tanto.

Entre os atributos sócio-demográficos mais influentes na tomada de decisão estão: (1) características do agricultor (EDWARDS-JONES, 2006; VANSLEMBROUCK; VAN HUYLENBROECK; VERBEKE, 2002; WYNN; CRABTREE; POTTS, 2008); (2) características familiar (EDWARDS-JONES, 2006; LAMBERT et al., 2007); (3) o meio social mais amplo (EDWARDS-JONES, 2006); e (4) o relacionamento com os agricultores vizinhos (DEFRANCESCO et al., 2008).

Outras variáveis que também influenciam nas decisões estão relacionadas com a estrutura das explorações agrícolas, ou seja, os atributos físicos da propriedade rural — (5) tipo de exploração agrícola; (6) tamanho da propriedade; (7) proporção do déficit e do ativo (BROTHERTON, 1989; EDWARDS-JONES, 2006; VANSLEMBROUCK; VAN HUYLENBROECK; VERBEKE, 2002; WYNN; CRABTREE; POTTS, 2008).

Nos estudos realizados por Zhang et al. (2015) que buscou determinar as atitudes dos agricultores em projetos de infraestruturas agrícolas e a possível incorporação de medidas agroambientais nestes projetos, utilizando 284 entrevistas com agricultores em Pequim e Changsha, China. Concluíram que as atitudes ambientais dos agricultores são mais positivas entre os mais jovens e os mais instruídos (maior nível de escolaridade), ou seja, a (8) idade; e o (9) grau de instrução se mostraram determinantes significativa na taxa de aceitação das políticas agroambientais.

Greiner e Gregg (2011) apontaram em seu estudo de caso com 224 produtores rurais em três regiões no norte da Austrália, por meio de entrevistas e análise de componentes principais, onde os autores procuram evidências empíricas para demonstrar que muitos agricultores e pecuaristas, são profundamente impulsionado por motivações não-financeira na adoção de práticas de conservação. Assim, a (10) conservação de estilo de vida e os outros fatores sociais, também relatado por Greiner, Patterson e Miller (2009); e a (11) preocupação com outros proprietários de terras —, que possivelmente, não adotariam as práticas de conservação, não se comprometendo com os resultados da conservação e/ou parasitismo sobre as realizações daqueles agricultores que adotaram as práticas —, foram identificados.

2.3.1.3 Fatores institucionais

Greiner e Gregg (2011) também observou fatores de cunho institucional, como: (1) incentivos do governo (financeiros, incluindo incentivos fiscais e arranjos de compartilhamento de custos — seriam mais eficazes em aliviar as restrições dos agricultores à adoção de práticas de conservação —; incentivos de conhecimento; instrumentos de planejamento; pesquisa e extensão — também foram classificados como eficaz na eliminação dos obstáculos para a adoção de práticas de conservação); (2) regulamentação do governo (considerada como um elemento necessário de uma estratégia de política através da definição de serviço ambiental e de normas mínimas — direitos e deveres dos agricultores); e (3) apoio da indústria (posicionamento sobre o assunto e existência de padrões de melhores práticas recomendadas

pela indústria). Já Edwards-Jones (2006), mencionou as (4) características da política em análise.

O comportamento dos agricultores em realizar práticas de conservação estão diretamente relacionado com a capacidade de governança — cooperação das agências federais, governos locais, organizações ambientais e produtores rurais que irão implementar essas mudanças em suas terras — para identificar soluções que respondam ao contexto local e resolver esses problemas (MARIOLA, 2005; THOMPSON; REIMER; PROKOPY, 2014).

2.3.1.4 Fatores cognitivos

Embora grande parte da literatura tem focado em fatores sociais, econômicos e demográficos associados com as explorações agrícolas e os agricultores, pouca atenção tem sido dada aos fatores psicológicos e os constrangimentos estruturais e ambientais enfrentados pelos agricultores (BRODT; KLONSKY; TOURTE, 2006).

A complexidade da decisão dos agricultores para participar de práticas de conservação têm resultado em esforços para modelar o comportamento destes, sendo que esses modelos estão cada vez mais focados na compreensão das percepções (e.g., valores, crenças e atitudes), sou seja, fatores cognitivos que influenciam o processo de tomada de decisão dos agricultores (THOMPSON; REIMER; PROKOPY, 2014).

Entre os principais impedimentos para a implementação de ações de conservação na exploração, destacados por Greiner e Gregg (2011), está a (1) incerteza — sobre o futuro da propriedade rural; (2) percepção do ambiente — a visão de que a conservação não é prática e que não é necessária para melhorar o ambiente. A (3) experiência dos próprios agricultores (VANSLEMBROUCK; VAN HUYLENBROECK; VERBEKE, 2002); o (4) fluxo de informação (SOLANO et al., 2003); e (5) suas opiniões sobre as práticas sustentáveis (DEFRANCESCO et al., 2008), também têm demonstrado efeitos significativos sobre a adoção de medidas agroambientais.

Em suma, os fatores social, econômicos e políticos influenciam a adoção de sistemas de produção de conservação (NAPIER, 2001). Dessa forma, a integração entre abordagens ecológicas e sociais (NOWAK; BOWEN; CABOT, 2006), a consideração conjunta de *insights* econômicos (e.g., características estruturais/econômicas) e ciências sociais dentro de quadros teóricos derivados da psicologia (e.g., fatores motivacionais) chamada de "abordagem comportamental" (BURTON, 2004), é apontada como fundamental para investigar motivos, valores e atitudes que determinam o processo de tomada de decisão dos agricultores. Todavia,

a tentativa de identificar a influência consistente de atitudes ambientais dos agricultores sobre a conservação é carregada de desafios, pois, “qualquer tentativa de medir quantitativamente atitudes ambientais deve lidar com a terminologia adequada ou definição abstrata de exatamente o que está sendo investigado” (THOMPSON; REIMER; PROKOPY, 2015, p. 387 tradução nossa).

2.3.2 Abordagens para modelagem da tomada de decisão

“A tomada de decisão é um processo complexo. Ela geralmente envolve múltiplos objetivos, múltiplas alternativas e múltiplos interesses sociais e preferências” (BANTAYAN; BISHOP, 1998, p. 35). Na literatura, pode ser encontrada uma série de abordagens que procuram fornecer subsídios (modelos, sistemas, teorias e ferramentas), visando à modelagem e a simulação que envolvem comportamento, atitudes, reações, questões ambientais, culturais, sociais, físicas, entre outras (TOKUNAGA; CORRÊA, 2011).

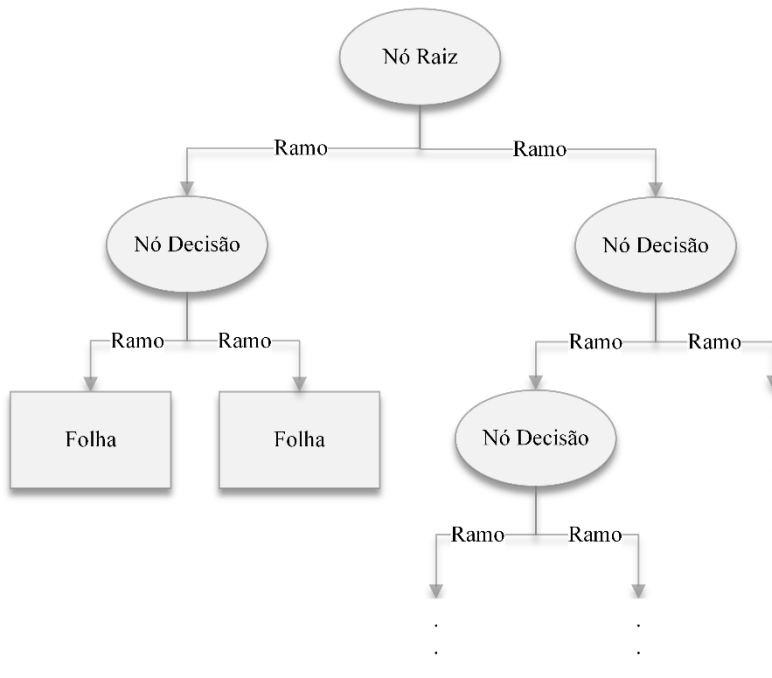
Diversas metodologias, tais como: *logit multinomial* (DEFRANCESCO et al., 2008), modelo de decisão hierárquica (MURRAY-PRIOR, 1998), processo analítico hierárquico (BANTAYAN; BISHOP, 1998), modelagem de árvore de decisão etnográfica (GLADWIN, 1989; MURRAY-PRIOR, 1998), modelagem e simulação baseada em agentes (VELDKAMP; VERBURG, 2004), sistema multi-agente (LIGTENBERG et al., 2001), fornecem uma grande variedade de técnicas que podem ser exploradas no entendimento do processo de tomada de decisão.

Os modelos de tomada de decisão têm buscado cada vez mais a combinação das abordagens de modelagem objetiva/quantitativa e subjetiva/qualitativa/participativa (BANTAYAN; BISHOP, 1998). Tendo em vista a necessidade de avançar nos estudos de atitudes ambientais dos agricultores, além das descrições fornecidas pelas ferramentas quantitativas existentes para entender os aspectos relevantes que influenciam o comportamento dos agricultores a adotarem medidas de conservação (REIMER; THOMPSON; PROKOPY, 2012) é sugerido o uso de uma abordagem qualitativa (entrevistas) para expandir essas descrições, onde o pesquisador vai até a área de estudo e pergunta diretamente aos agricultores se eles têm ou não adotado sistemas de conservação e o motivo (NAPIER, 2001). Como resultado, medidas quantitativas melhoradas podem ser desenvolvidas a partir deste trabalho qualitativo (REIMER; THOMPSON; PROKOPY, 2012).

2.3.2.1 Modelagem de árvore de decisão: utilizando entrevistas e dados censitários

As árvores de decisão são modelos sequenciais, que combinam logicamente uma sequência de testes simples (KOTSIANTIS, 2013). Onde classificam casos usando uma representação baseada em árvore (Figura 3) por meio de algoritmos de aprendizado de máquina (SOUSA; MATTOSO; EBECKEN, 1998), por exemplo, CART (BREIMAN et al., 1984) e C4.5 (QUINLAN, 1993) — uma extensão do ID3 de Quinlan (1986), conhecido no Weka como J48 após implementação em Java do C4.5 — é um algoritmo que utiliza a estratégia de indução de árvores de decisão que busca compartimentar as características em regiões homogêneas, sem focar em todas as classes, gerando assim, as regras de classificação a partir de uma perspectiva geral, onde o desenvolvimento da árvore se inicia pelo nó raiz (pai) e continua pelos filhos (nó decisão), sendo que a classificação pode ser utilizada para os propósitos de modelagem descritiva e preditiva qualitativa e quantitativa (HALE, 1981). Assim, é considerado o melhor atributo para dividir e com maior ganho de informação, logo, é o mais utilizado para descobrir regras de associação e o mais abordado na literatura (STUURMAN; VALE, 2016).

Figura 3 - Exemplo de árvore de decisão.



Fonte: Adaptado de Kotsiantis (2013).

De acordo Quinlan (1993), o algoritmo C4.5/J48 usa uma estratégia do tipo “dividir para conquistar”, a partir de um conjunto de dados de treinamento T contendo classes $\{C_1, C_2,$

..., C_k }, com as seguintes possibilidades: (1) T contém um ou mais objetos, sendo todos da classe C_j — assim, a árvore de decisão para T é um nó folha que identifica a classe C_j . (2) T não contém objetos — a árvore de decisão também é um nó folha, mas a classe associada deve ser determinada por uma informação externa T . Por exemplo, a folha pode ser escolhida de acordo com algum conhecimento de domínio, tal como base a maioria da classe geral. C4.5 usa a classe mais frequente como pai deste nó. (3) T contém exemplos pertencentes a mais de uma classe — neste caso, a ideia é dividir T em subconjuntos que são, ou tendem a dirigir-se para, coleções de exemplos com classes únicas. Para isso, é escolhido um atributo preditivo A , que possui um ou mais possíveis resultados O_1, O_2, \dots, O_n . T é particionado em subconjuntos T_1, T_2, \dots, T_n , onde, T_i contém todos os exemplos de T que têm resultado O_i para o atributo A . A árvore de decisão para T consiste de um nó de decisão identificando o teste sobre o atributo A , e um ramo para cada possível resultado, ou seja, n ramos. Esse processo é replicado para cada subconjunto, de modo que o ramo leva a árvore de decisão construída a partir do subconjunto de atributos T_i (QUINLAN, 1993).

Em geral, o conjunto de treinamento é subdividido por meio de regras até atingir uma partição que representa casos totalmente pertencente à mesma classe ou até que seja atingido um critério (pré-poda) (STUURMAN; VALE, 2016). O seu “funcionamento é análogo ao de um fluxograma em forma de árvore criando sub-árvores até chegar às folhas (categoria final da classificação), o que implica numa sequência hierárquica de divisões” (SANTOS, 2014, p. 36).

Segundo Quinlan (1993), as funções de qualidade típicas são medidas pelo ganho de informação (Equação 1) — dada uma distribuição de probabilidade, a informação necessária para prever um evento é a entropia da distribuição, medida em bits —, e razão ou taxa de ganho (Equação 2) — deve ser alta quando os dados estão espalhados homoganeamente e o inverso quando pertencer a um único ramo.

$$gain(X) = info(T) - info_x(T) \quad (1)$$

Sendo, $info(T)$ – informação adquirida antes da repartição T através do teste X .

$$info_x(T) = \sum_{i=1}^n \frac{|T_i|}{|T|} \times info(T_i) - \text{informação adquirida depois}$$

$$gain\ ratio(X) = gain(X) / split\ info(X) \quad (2)$$

$$\text{Sendo, } split\ info(X) = \sum_{i=1}^n \frac{|T_i|}{|T|} \times \log_2 \left(\frac{|T_i|}{|T|} \right)$$

A modelagem de árvore de decisão etnográfica (EDTM) é descritiva e preditiva, examina as decisões do mundo real e os critérios que influenciam essas decisões (GLADWIN, 1989; MURRAY-PRIOR, 1998). Essa não é uma técnica de caixa-preta para testar a interpretação do conhecimento interno do pesquisador, é uma maneira de construir um modelo de sistema especialista baseado em computador, dos processos de decisão interna dos próprios termos internos e fraseando seus critérios de decisão (BACK et al., 1991). Na abordagem etnográfica, o modelo é composto por um grupo de indivíduos específico, e em seguida, é testado contra os dados de outros indivíduos do grupo, isto é necessário se quisermos prever o comportamento em um grupo (BACK et al., 1991). O uso de EDTM permite a previsão da decisão dos participantes, uma vez que os critérios de decisão são conhecidos, assim, se um determinado conjunto de critérios é verdadeiro para um participante, a árvore poderá prever a sua decisão antes de observar o que eles vão fazer (ROTH; BOTHA, 2009).

“Modelos de árvore de decisão têm sido utilizados para estudar a tomada de decisão de produtores rurais em uma variedade de contextos e aplicados com sucesso” (DARNHOFER; SCHNEEBERGER; FREYER, 2005, p. 41 tradução nossa). Neste sentido, Darnhofer, Schneeberger e Freyer (2005) estudaram a lógica subjacente que motiva o comportamento dos produtores rurais nas razões para adotarem o manejo orgânico na agricultura ao invés do manejo tradicional, utilizando a modelagem de árvore de decisão etnográfica baseando-se em entrevistas com 21 agricultores no norte da Austrália (Weinviertel).

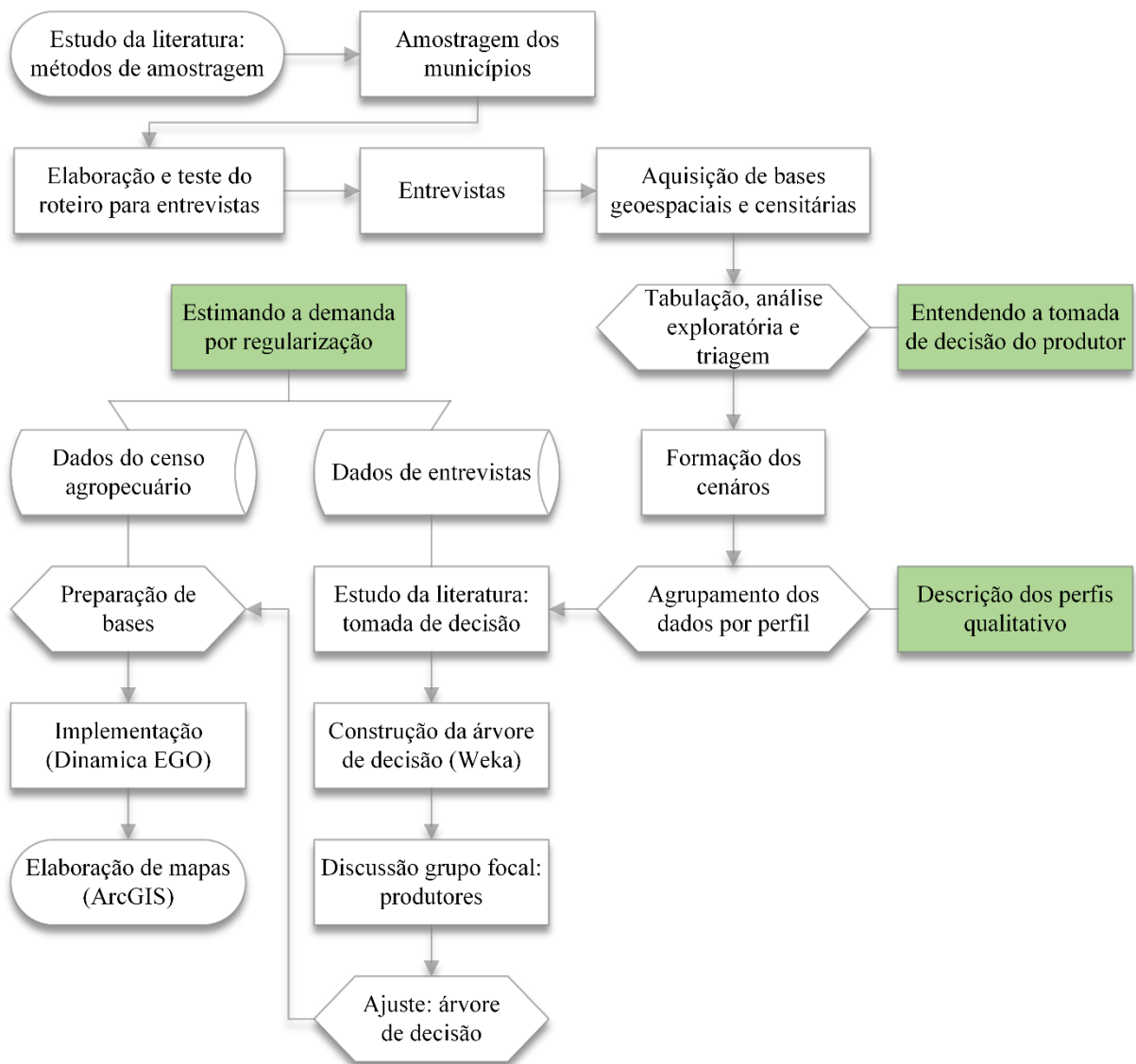
Aalders e Aitkenhead (2006) explorou três metodologias de modelagem, entre elas a árvore de decisão para verificar a capacidade de prever o uso de terras agrícolas com base em informações do censo agropecuário na Escócia. Segundo os autores, o maior sucesso medido, com uma combinação de precisão, flexibilidade de manipulação de dados e facilidade de compreensão do modelo por parte do utilizador, foi obtido pelo método de árvore de decisão.

Guillem e Barnes (2013) por sua vez, exploraram tipologias baseadas em percepção de 46 agricultores por meio de questionários em Lunan, Escócia, para desenvolver e descrever à nível de agricultor, tipologia convencional baseado nas percepções de que são titulares para a conservação ecológica, em particular aves e seus objetivos agrícolas e para refinar essas tipologias através da análise das estratégias agrícolas dos últimos dados do censo agropecuário e do sistema de controle integrado de gestão. Já Roth e Botha (2009) combinou a modelagem de árvore de decisão etnográfica de Gladwin (1989) e uma adaptação do modelo transteórico desenvolvido por Prochaska, Di Clemente e Norcross (1992), para explorar processos de tomada de decisão dos agricultores em um estudo de caso que entrevistou 29 produtores no distrito de Wanganui, Nova Zelândia.

3 METODOLOGIA

Este trabalho foi desenvolvido em três fases: (1) Definição da área de estudo; (2) Levantamento de dados; e (3) Análise e modelagem de dados. Sendo que a pesquisa bibliográfica foi realizada de forma transversal em todas as fases. Para melhor compreensão dos procedimentos adotados, a Figura 4 apresenta o arcabouço metodológico.

Figura 4 - Esquema estrutural proposto para o desenvolvimento do trabalho.

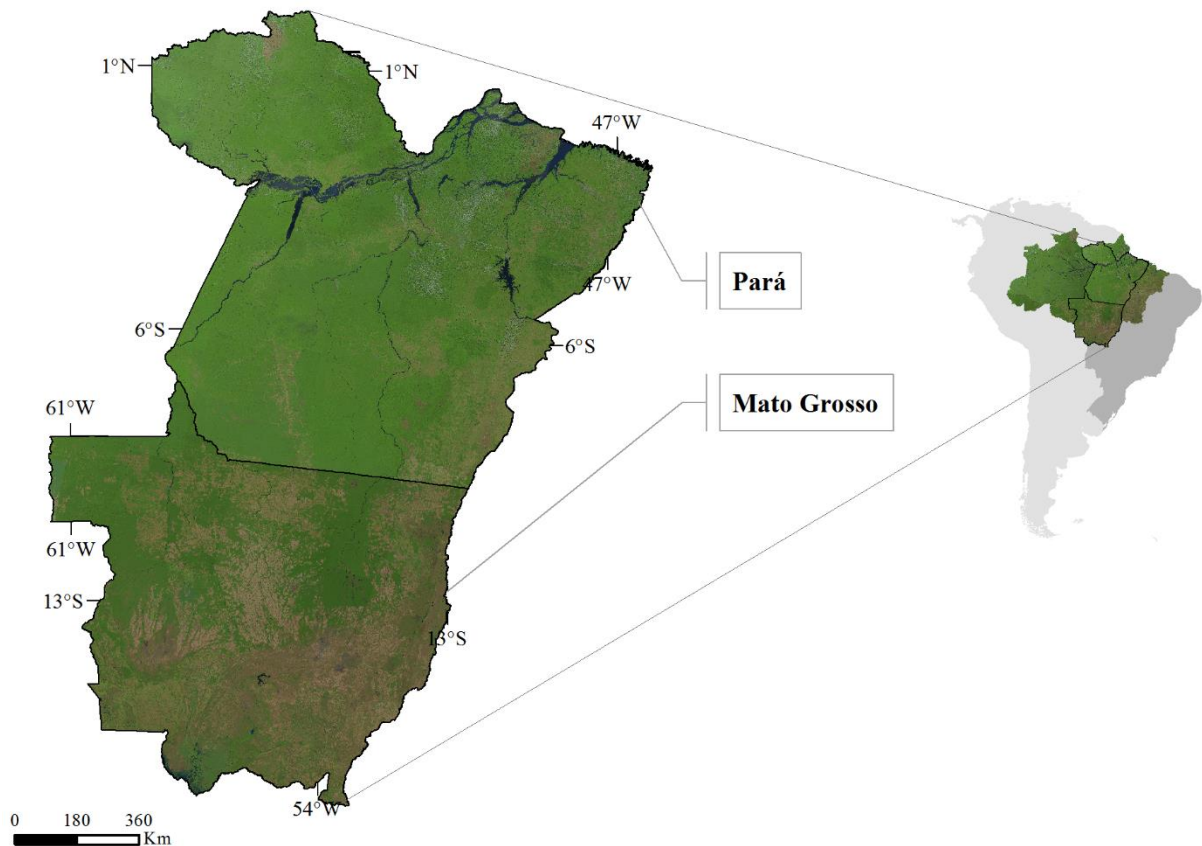


3.1 ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo corresponde aos limites territoriais dos estados do Pará e Mato Grosso, localizados nas regiões norte e centro-oeste do Brasil, em área da Amazônia Legal

(Figura 5). Os estados possuem vasta extensão territorial — Pará 1.247.954,666 km² e Mato Grosso 903 366,192 km², segunda e terceira maior unidade da federação — e juntos cobrem aproximadamente $\frac{1}{4}$ do território brasileiro. Somando-se a isto, os territórios paraense e mato-grossense possuem 144 e 141 municípios (IBGE, 2013).

Figura 5 - Localização da área de estudo.



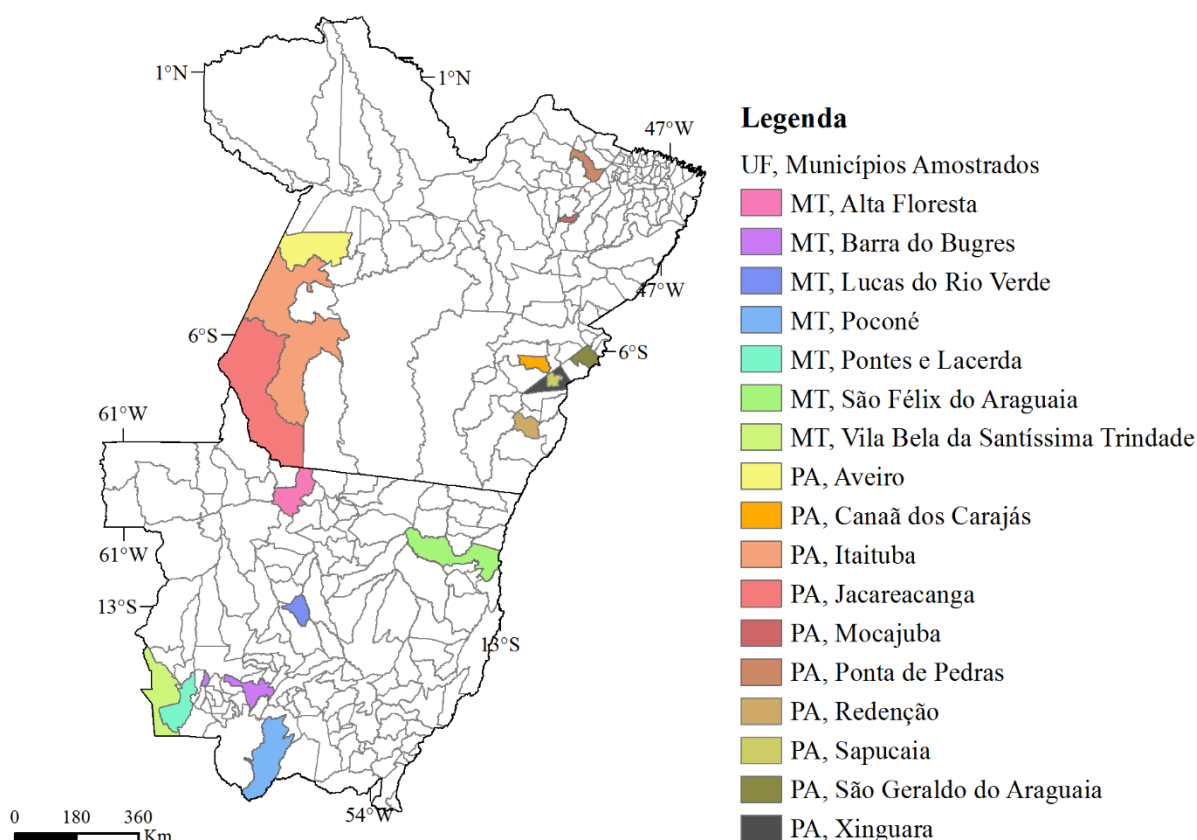
Fonte: IBGE (2016). Elaboração própria.

Dada a grande extensão territorial, torna-se dificultoso realizar um estudo em campo que seja estatisticamente representativo. Porém, algumas precauções foram tomadas para reduzir os vieses nos dados, como a realização de duas amostragens sequenciais com probabilidade proporcional (LOHR, 2010) à oferta e à demanda potencial de regularização do déficit de RL como extratos, onde foram selecionados 10 municípios em cada estado.

Segundo Rajão et al. (2015), essa abordagem é vantajosa no sentido de permitir que municípios com maior número de ativos e passivos florestais — que poderão fornecer e consumir maior número de ativos para regularização —, tenham uma probabilidade maior de serem sorteados. Para isto, foi utilizado as estimativas de passivo e ativo de RL por município (SOARES-FILHO et al., 2014c).

A Figura 6 apresenta a localização dos municípios envolvidos no exercício da coleta de dados. Apesar de sorteados, não foi possível coletar dados nos municípios de Apicás, Colíder e Colniza por motivos logísticos. Por outro lado, São Félix do Araguaia foi selecionado tanto na amostragem por critério de passivo quanto de ativo.

Figura 6 - Distribuição espacial dos municípios visitados.



Fonte: IBGE (2016). Elaboração própria.

3.2 LEVANTAMENTO DE DADOS

Foram utilizados dados primários coletados a partir de entrevistas estruturadas, e secundários adquiridos junto ao banco de dados de livre acesso ou por meio da solicitação direta junto aos órgãos governamentais e núcleos de pesquisas (Tabela 1).

Junto ao banco de dados agregados do Sistema IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia) de Recuperação Automática (SIDRA) foram adquiridos os dados de ‘características dos produtores na direção dos trabalhos dos estabelecimentos agropecuários’ contidos nas ‘Tabelas 1020 e 1021’ do Censo Agropecuário de 2006. Os dados de passivo por município

foram obtidos com autores (SOARES-FILHO et al. 2014c) e os preços da terra e arrendamentos com o Instituto Brasileiro de Economia da Fundação Getúlio Vargas (IBRE/FGV). A base de dados do CAR já processada e composta por registros até 2012 dos estados do Pará e Mato Grosso, foi adquirida junto ao Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia (IPAM). E *download* dos shapes com os limites administrativos junto as malhas digitais do IBGE.

Tabela 1 - Relação de dados secundários utilizados no estudo.

Tipo	Descrição	Fonte Ano
Geoespacial	Limites políticos-administrativos	IBGE 2013
Censitário	Censo Agropecuário	IBGE 2006b, 2006c
Cadastral	Cadastro Ambiental Rural (PA e MT)	IPAM 2012
Simulado	Balanco do Código Florestal	Soares-Filho et al. 2014c
	Balanco do Preço da Terra e Arrendamento	IBRE/FGV 2012

Na coleta de dados primários, foi adotado o formato de questionamento aberto para conduzir as entrevistas (REIMER; THOMPSON; PROKOPY, 2012) estruturadas face a face com produtores rurais nos municípios amostrados — o que permitiu aos entrevistados, expor mais rigorosamente o seu ponto de vista sobre as perguntas feitas, ao invés de afirmar uma resposta já pronta. Logo, não foram apresentadas as alternativas das questões aos produtores rurais, para não induzir nas respostas. O entrevistador marcava a opção de resposta correspondente ao mencionado pelos entrevistados, e registrava as demais observações para melhor detalhamento. Essa abordagem permitiu criar questões hipotéticas sobre a regularização do déficit e uso do excedente de Reserva Legal, e assim, colher informações sobre as preferências dos produtores rurais a partir de um conjunto de alternativas existentes.

O questionário para entrevistas (Apêndice A) foi elaborado com questões nos seguintes tópicos: (1) identificação do proprietário; (2) descrição e valor da propriedade; (3) associação da comunidade; (4) produção agropecuária e florestal; e (5) regularização ambiental. Esse questionário, passou por verificação do ajustamento e do delineamento das questões abordadas, por meio de entrevistas-teste primeiramente com estudantes e depois com produtores em outros municípios⁶, através das quais, possibilitou fazer as adequações necessárias (e.g., reformulação de questões) preliminarmente à coletada de dados.

⁶ Conceição do Araguaia - PA, Jaboticatubas - MG e Livramento de Nossa Senhora - BA.

Buscando uma melhor estratégia logística, dada a distância dos municípios amostrados e a dificuldade de acesso, as entrevistas (Figura 7) foram realizadas em duas etapas com produtores vinculados aos sindicatos rurais dos municípios: (1ª) coleta de dados — os municípios localizados nas regiões nordeste e sudoeste paraense foram visitados de 03 a 14 de outubro de 2014, enquanto no Mato Grosso outra equipe⁷ percorreu alguns municípios no período de 09 a 20 de outubro de 2014; (2ª) coleta de dados — visitou-se os municípios concentrados no sudeste do Pará de 10 a 19 de dezembro de 2014, e em 12 e 13 de janeiro de 2015. Os demais municípios mato-grossense foram visitados de 01 a 12 de dezembro de 2014.

Figura 7 - Entrevistas realizadas com produtores rurais na área de estudo.



Fonte: Arquivo pessoal.

3.2.1 Quadro amostral

Ao todo foram entrevistados 77 produtores rurais (Tabela 2) — 78% no Pará e os demais no Mato Grosso —, onde 51% (39) dos participantes são representados por médios e grandes produtores, ou seja, são possuidores de imóveis com áreas superiores a 4 MF⁸, sendo que 87% (34) destes declararam possuir área com vegetação em percentuais⁹ inferiores ao exigido por Lei para a composição da RL.

⁷ Levantamento realizado por Richard van der Hoff e colaboradores.

⁸ Módulo Fiscal é uma unidade de medida agrária, instituída pela Lei nº 6.746/1979 (BRASIL, 1979). Este trabalho considerou a classificação adotada pela Lei nº 8.629/1993 (BRASIL, 1993) para definir a categoria dos imóveis rurais: pequeno (≤ 4 MF); médio (4 ---| 15 MF); e grande (> 15 MF).

⁹ Nas entrevistas foi considerado o percentual de RL de acordo com o art. 12 da Lei 12.651/2012 (BRASIL, 2012a), baseando-se na localização do município, se concentrado em área de floresta (80%), cerrado (35%) ou pantanal (20%). Logo, o imóvel com cobertura vegetal cujo o percentual inferior ou superior ao abordado pela Lei, foi classificado como imóvel possuidor de “déficit” ou “excedente”, respectivamente.

Grande parte da amostra é composta de pequenos produtores (até 4 MF) e mais de 80% dos médios e grandes produtores possuem déficit de RL. Apenas parte das entrevistas (34 produtores com passivo) foram utilizadas diretamente no trabalho aqui apresentado, pois os dados de produtores com ativo são relevantes para outro tema de pesquisa (e.g., tomada de decisão do produtor rural em negociar ativo ao invés de desmatar legalmente, ou seja, atribuir usos alternativos e/ou estimar a oferta de ativos) não adotada neste estudo.

Tabela 2 - Composição amostral.

Tamanho dos Imóveis	Estados		<i>Status</i> da Reserva Legal		
	PA	MT	Excedente/Ativo	Déficit/Passivo	Nulo
Até 4 MF	30	8	30	-	8
De 4 --- 15 MF	21	5	4	22	
Acima de 15 MF	9	4	1	12	
Total	60	17	35	34	8

É importante destacar as limitações da amostra, tendo em vista o n amostral relativamente pequeno, uma atividade predominante (pecuária) e grupos relevantes não entrevistados (e.g., grandes agricultores, especuladores/grileiros). Isto, limita o cálculo do grau de confiabilidade desses dados para serem replicados em outro conjunto de dados, ainda assim, estas observações nos trazem considerável conhecimento acerca das percepções e possíveis comportamentos dos produtores quanto à regularização ambiental.

3.2.2 Base de dados secundários

Os dados secundários foram processados para compor a base no nível da propriedade rural agregada por município. Utilizando os dados contidos nas ‘Tabela 1021’ do Censo Agropecuário, foi calculado a média das categorias de grupos de área total do imóvel em hectares¹⁰, em seguida, esses valores foram divididos pelo tamanho do módulo fiscal do município de localização do produtor e classificados (até 4 MF; 4 --| 15 MF e > 15 MF) para obter os imóveis acima de 4 MF.

Tendo em vista a falta de alguns dados, a existência de outros dos quais não possuíam o mesmo cruzamento e diferentes fontes, foi necessário fazer as seguintes estimativas e imputação de dados: (1) atividade econômica; (2) atualização da idade; (3) *status* CAR; (4)

¹⁰ Exemplo: Uma categoria com área de 500 --| 1000, então, $(500 + 999) \div 2 = 749,5$.

status RL; (5) área de uso da terra; (6) área de passivo; (7) preço da terra; (8) renda; (9) renda por passivo e (10) preço da terra por passivo.

(1) atividade econômica — verificou-se a porcentagem de produtores por município com agricultura e pecuária como atividade econômica na ‘Tabela 1020’ do Censo Agropecuário e atribuiu essa porcentagem aos dados da ‘Tabela 1021’¹¹. (2) atualização da idade — as classes de idade dos produtores rurais foram atualizadas para tentar se aproximar da idade atual, tendo em vista que os dados utilizados do Censo Agropecuário são de 2006, para isto foi somado 10 anos em cada uma das classes¹².

(3) *status* CAR — o CAR foi usado como amostra na identificação das propriedades cadastradas e na distribuição do desmatamento dentro das propriedades. Para isto, os dados do CAR foram filtrados por classe de MF (para obter os imóveis registrados com área acima de 4 MF) e por classe de área desmatada (Tabela 3), tais informações observadas foram atribuídas proporcionalmente aos dados da ‘Tabela 1021’.

(4) *status* RL — as classes de área desmatada foram reclassificadas (Tabela 3) baseando nos pressupostos: I - produtores que desmataram até 20% da propriedade, possuem ativo de RL; II - produtores que desmataram entre 20 e 50% da propriedade (possuem entre 50 e 80% de RL) não possuem ativo nem passivo (nulo); III - produtores que desmataram entre 50 e 80% da propriedade, possuem pouco passivo; e IV - produtores que desmataram entre 80 a 100% da propriedade, possuem muito passivo. Com isso, foi possível atribuir essas informações aleatoriamente condicionado ao estado e à classe de tamanho dos imóveis para os dados do IBGE (contidos na Tabela 1021) e selecionar os produtores com passivo.

Tabela 3 - Quantidade de propriedades por classe de área desmatada relativo ao tamanho da propriedade.

Classe	Pará		Mato Grosso		<i>Status</i> da RL
	4 -- 15 MF	> 15 MF	4 -- 15 MF	> 15 MF	
AD / APRT	4 -- 15 MF	> 15 MF	4 -- 15 MF	> 15 MF	
≤ 20%	1.088 17%	1.056 28%	489 18%	743 29%	Ativo
20 -- 50%	1.228 19%	728 20%	470 17%	678 26%	Nulo
50 -- 80%	1.514 23%	931 25%	908 33%	719 28%	Pouco passivo
80 -- 100%	2.735 42%	1.004 27%	875 32%	423 17%	Muito passivo
Total	6.565 100%	3.719 100%	2.742 100%	2.563 100%	-

AD – Área Desmatada; APRT – Área da Propriedade Rural Total.

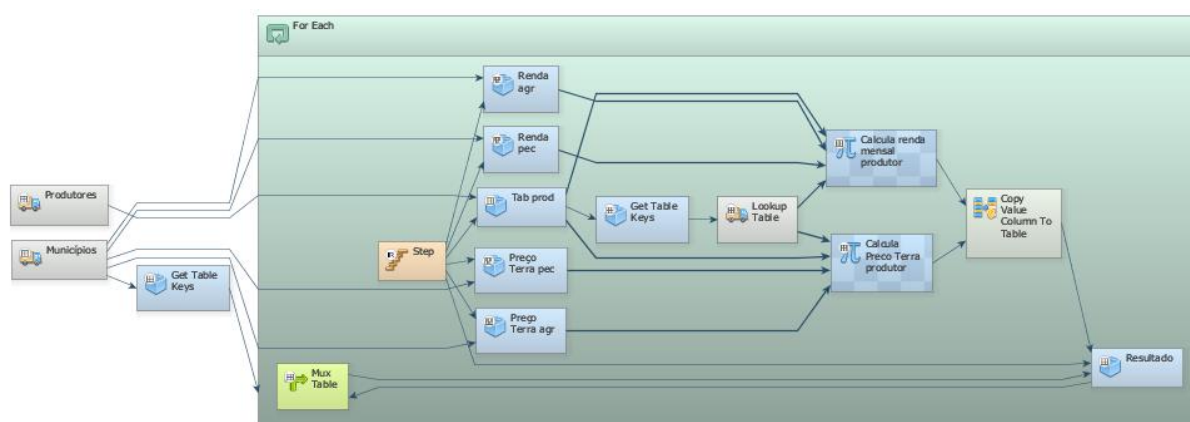
¹¹ Exemplo: Na Tabela 1020, 70% dos produtores no município X possuem como atividade econômica a pecuária, logo, esse percentual foi alocado de forma aleatória para os produtores do mesmo município da Tabela 1021).

¹² Exemplo: Uma classe de idade < 25 anos passou a ser < 35 anos.

(5) área de uso da terra — foi calculada a partir da classe de área desmatada observada no CAR (Tabela 3), utilizando um valor aleatório multiplicado pela média da classe de área total em que o produtor está enquadrado¹³. (6) área de passivo — o passivo de RL por municípios (SOARES-FILHO et al., 2014c) foram distribuídos entre os produtores definidos com ‘pouco ou muito passivo’, condicionado ao resultado da distribuição uniforme (se fosse maior que a média da classe de área total do produtor, então, o passivo seria igual a essa média).

(7) preço da terra — foi baseado na média municipal entre os valores máximos e mínimos dos preços de terras agrícola ou pastagem (IBRE/FGV, 2012) de acordo com atividade econômica (agricultura ou pecuária). (8) renda — foi calculada a partir do preço médio municipal entre os valores máximos e mínimos para agricultura ou pecuária (IBRE/FGV, 2012) de acordo com a atividade econômica do produtor e o tamanho da área de uso. (9) renda por passivo e (10) preço da terra por passivo — divisão do preço da terra e renda pela área de passivo de cada produtor. Para isto, foi utilizado o Excel 2016¹⁴ e a plataforma Dinamica EGO¹⁵ (Figura 8).

Figura 8 - Modelo de imputação do preço da terra e renda.



Para finalizar, todas as informações categóricas foram reclassificadas para valores discretos, conforme demonstra a Tabela 4.

¹³ =aleatório()*(valor superior - valor inferior) + valor inferior. Exemplo: Um produtor enquadrado na classe de desmatamento 50 -| 80% e média da classe de área total do imóvel 749,5 ha, então, =aleatório()*(0.8 - 0.5)+0.5 => 0.69 * 749,5 => 517,16.

¹⁴ Microsoft® Excel® 2016 MSO (16.0.7426.1015) 32 bits. Microsoft Office Proofing Tools. ©2016 Microsoft Corporation. All rights reserved.

¹⁵ SOARES-FILHO et al. Dinamica EGO 3.0.17. Copyright© 1998-2016 Centro de Sensoriamento Remoto / Universidade Federal de Minas Gerais - Brazil. All Rights Reserved. Disponível em: <<http://www.csr.ufmg.br/dinamica>>.

Tabela 4 - Reclassificação dos dados categóricos.

Idade	Status RL	Classe MF	Atividade	CAR	Código
< 35	Pouco Passivo	4 --- 15 MF	Agricultura	Sim	1
35 --- 45	Muito Passivo	> 15 MF	Pecuária	Não	2
45 --- 55					3
55 --- 65					4
65 --- 75					5
≥ 75					6

Em resumo, foram utilizados nas análises 34 produtores dos 77 entrevistados, 116.970 produtores dos 393.406 adquiridos nos dados do Censo Agropecuário e 7,4 Mha do déficit de Reserva Legal das 7,4 Mha estimadas nos municípios dos estados do Pará e Mato Grosso (Tabela 5).

Tabela 5 - Relação do número de coletas e análises.

Fonte de dados	Coletados	Analisados
*Entrevistas	77	34
*Censo Agropecuário	393.406	116.970
**Balanço Código Florestal	7.472.298,67	7.472.295,67

*Produtores; **Hectares.

3.3 ANÁLISE E MODELAGEM DE DADOS

A proposta metodológica foi baseada no uso de modelagem por meio de árvore de decisão construída a partir de entrevistas e dados censitários para estudar a tomada de decisão de produtores rurais na regularização ambiental.

As subseções a seguir se concentram em descrever sobre os métodos de análise e modelagem adotados em três principais etapas sequenciais. Sendo a primeira, o processo de entendimento da tomada de decisão declarada pelos produtores entrevistados. Em seguida, foram construídos os cenários de análises. Na terceira etapa foi estimada a demanda por regularização: (1) agrupamento dos dados analisados na primeira etapa; (2) descrição do perfil¹⁶ de cada grupo; (3) construção da árvore de decisão; (4) ajuste da árvore; e (5) implementação da árvore de decisão.

¹⁶ Contribuiu para entender como as características dos grupos podem motivar/influenciar comportamentos na regularização do passivo de RL.

3.3.1 Entendendo a tomada de decisão dos produtores rurais

As informações coletadas em campo passaram por tabulação, análise exploratória e triagem para separar os dados por situação do produtor em relação à RL (e.g., produtores com déficit, excedente ou nulo) e por tipo de resposta quanto à regularização do passivo de RL para o grupo com déficit (e.g., regularizar, não regularizar, condicional e dúvida).

Os dados faltantes como ‘preço da terra’ e arrendamento foram complementados com dados secundários (IBRE/FGV, 2012). Dada a importância de conhecer a influência da combinação de variáveis na tomada de decisão, foram construídas as variáveis relativas dividindo o valor de uma variável pelo valor de outra (e.g., preço da terra por área de passivo, renda, área de passivo por área total do imóvel).

3.3.2 Cenários de implementação do Código Florestal

Foram elaborados quatro cenários — a partir das entrevistas e literatura que discute a implementação do Código Florestal — sendo organizados para analisar a tomada de decisão dos produtores rurais em diferentes níveis de exigência pela regularização, partindo de um cenário menos exigente do ponto de vista regulatório e de implementação até o mais restrito, conforme elencando na Tabela 6.

Na análise dos cenários foi estimado se o produtor regulariza o déficit de RL em um certo intervalo de confiança (intervalo provável de mudança da decisão). Assim, utilizou-se a classe ‘dúvida’ para definir o limite inferior (mínimo) e superior (máximo) na estimativa da variação da demanda por regularização no município¹⁷. Para isto, foi considerado:

(1) demanda máxima por regularização no município (intervalo superior) — a soma de todas as decisões em ‘regularizar no cenário’ mais a soma de todas as ‘dúvidas’ por município;

(2) demanda média por regularização no município (ponto médio) — a soma de todas as decisões em ‘regularizar no cenário’ mais a metade da soma de todas as ‘dúvidas’ por município;

(3) demanda mínima por regularização no município (intervalo inferior) — a soma de todas as decisões em ‘regularizar no cenário’ por município.

¹⁷ Essa alternativa foi adotada tendo em vista que não foi possível estimar o intervalo de confiança em termos probabilísticos. Além disso, a classificação automática não se apresentou muito robusta para garantir a tomada de decisão em ‘regularizar’ e ‘não regularizar’ (possivelmente, devido a limitação da base).

No primeiro cenário, a regularização equivale a classe positiva sem condicionantes e parte da dívida. Já no cenário governamental, a regularização corresponde à soma de parte da dívida com a decisão incondicional e o incremento do governo. No cenário mercadológico, a regularização é igual à soma de parte da dívida com a decisão incondicional e o incremento de mercado. E no último cenário, a regularização é a junção dos dois cenários condicionais.

Tabela 6 - Cenários considerados.

Cenário	Contexto	Análise
Tendencial	<i>Business As Usual</i> (BAU) considera que os produtores tomarão suas decisões sem pressão adicional direta; *	$\mathbb{R}_{\min} = R$ $\mathbb{R}_{\text{méd}} = \frac{D}{2} + R$ $\mathbb{R}_{\max} = D + R$
Governamental	Os produtores são condicionados à pressão do governo;	$\mathbb{R}_{\min} = R + G$ $\mathbb{R}_{\text{méd}} = \frac{D}{2} + R + G$ $\mathbb{R}_{\max} = D + R + G$
Mercadológico	Neste outro cenário condicional, a tomada de decisão em regularizar é relativa à exigência de mercado;	$\mathbb{R}_{\min} = R + M$ $\mathbb{R}_{\text{méd}} = \frac{D}{2} + R + M$ $\mathbb{R}_{\max} = D + R + M$
Governamental e Mercadológico	Por último, um cenário que combina a cobrança do governo e mercado.	$\mathbb{R}_{\min} = R + G + M$ $\mathbb{R}_{\text{méd}} = \frac{D}{2} + R + G + M$ $\mathbb{R}_{\max} = D + R + G + M$

*Não é a ausência de pressão, mas sim as ações já submetidas aos produtores;

\mathbb{R}_{\min} – regularização mínima no município; $\mathbb{R}_{\text{méd}}$ - regularização média no município; \mathbb{R}_{\max} - regularização máxima no município. Tomada de decisão do produtor: D – dívida; R – regularizar; G – governo; e M – mercado;

3.3.3 Estimando a demanda por regularização do passivo de RL

Inicialmente, buscou-se identificar no grupo de produtores com déficit de RL, a resposta de cada produtor — em situação hipotética, “quando iriam regularizar o déficit de RL e a suas preferências” — e formou-se subgrupos de acordo com as declarações descrevendo os perfis motivacionais, relacionando com a situação socioeconômica e ambiental de cada produtor. Em seguida, foi estimada a demanda por regularização, o primeiro passo para essa estimativa foi a construção da árvore de decisão a partir dos dados obtidos nas entrevistas com produtores rurais dos estados do Pará e Mato Grosso. As regras da árvore construída foram implementadas nos dados do Censo Agropecuário.

Apesar do modelo *logit multinomial* ser bastante utilizado em estudos de tomada de produtores rurais em regimes agroambientais (DEFRANCESCO et al., 2008; ESPINOSA-GODED; BARREIRO-HURLÉ; RUTO, 2010; HYNES; GARVEY, 2009; LAMBERT et al., 2007), na preferência dos instrumentos de política ambiental (DAVIES; HODGE, 2006; SCHULZ; BREUSTEDT; LATA CZ-LOHMANN, 2014), entre outros. Adotamos a árvore de decisão, pois além do bom desempenho desse método, é de fácil interpretação se comparado com outros (KOTSIANTIS, 2013). Somando-se a isto, a árvore de decisão apresenta graficamente os atributos em ordem de importância, isso permite analisar a tomada de decisão baseada nos atributos mais relevantes (SANTOS, 2014).

3.3.3.1 Construindo a árvore de decisão

As variáveis socioeconômica-ambiental foram testadas¹⁸ para verificar a influência na tomada de decisão declarada pelos produtores, porém, não foi encontrado resultados significativos. Baseando em uma extensa literatura e em testes de classificação, as variáveis consideradas mais relevantes foram selecionadas, uma vez que o conjunto de variáveis era muito grande. A Tabela 7 e Tabela 8 apresentam as variáveis utilizadas na classificação dos dados observados em campo.

A classificação foi feita por meio do *software* WEKA Explorer 3.7.12¹⁹ utilizando o algoritmo J48 como classificador (QUINLAN, 1993). Esse algoritmo foi adotado tendo em vista que apresenta melhor resultado na construção de árvore de decisão do topo (nó raiz) para a base (folhas) a partir de um conjunto de treinamento de dados, sendo a variável definida como o topo a que representa o elemento mais integrador da análise, portanto, a variável mais significativa da classificação (SANTOS, 2014; WITTEN; FRANK; HALL, 2011).

Após a execução do classificador que caracterizou o conjunto de dados de acordo com as variáveis respostas, obteve-se a árvore de decisão (Figura 9) que considerou seis atributos (idade, tipo de atividade, CAR, preço da terra, preço da terra por passivo, renda por passivo) dos 14 de entrada (Tabela 7).

¹⁸ Utilizando análise e árvore de regressão no *software* R. R Core Team (2014). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org/>.

¹⁹ WEKA. Waikato Environment for Knowledge Analysis. Version 3.7.12 (c) 1999-2014. The University of Waikato Hamilton, New Zealand.

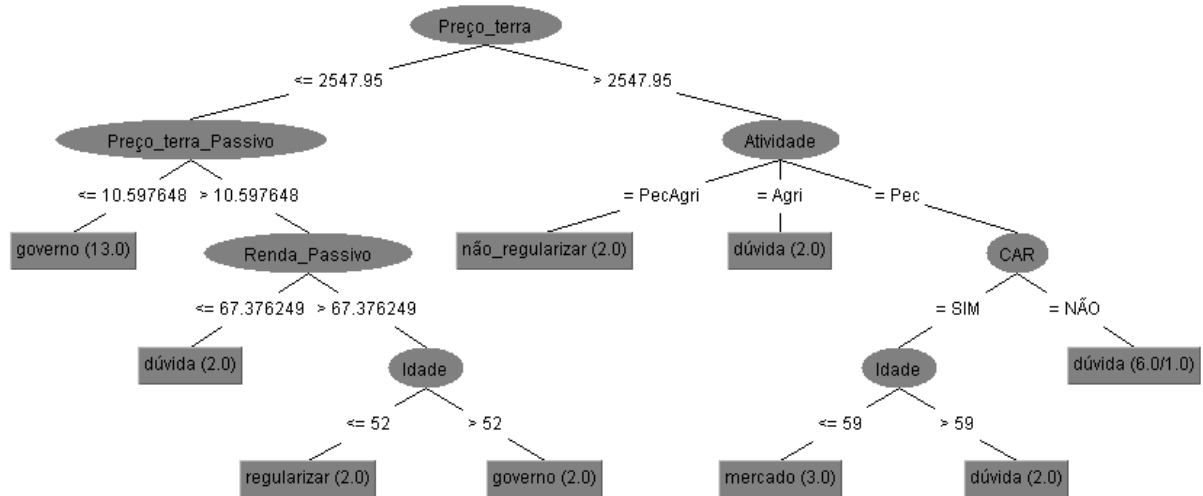
Tabela 7 - Variáveis independentes (explicativas).

Variável	Descrição
Idade	Idade do produtor (anos);
Escolaridade	Tempo de cumprimento de um determinado ciclo de estudos (1º grau incompleto ou completo, 2º grau incompleto ou completo, superior incompleto ou completo, pós-graduação incompleta ou completa);
Preço_terra	Preço regional do hectare de terra (R\$/ha);
Renda	Valor mensal adquirido no imóvel rural (R\$/mês).
Atividade	Atividade econômica desenvolvida no imóvel rural (agricultura, pecuária);
Aquisição_imóvel	Forma de aquisição do imóvel (compra com título ou sem título, assentamento do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária - INCRA, colonização, herança com título ou sem título);
Conhec_CF	Nível de conhecimento do produtor sobre o Código Florestal (nada, muito pouco, razoavelmente, bom, muito bom);
Conhec_CAR	Nível de conhecimento do produtor sobre o CAR (nada, muito pouco, razoavelmente, bom, muito bom);
CAR	Situação do produtor em relação ao registro no CAR (possui ou possui o CAR);
Preço_terra_Passivo	Preço da terra dividido pela área de passivo do imóvel rural (R\$/ha/ha);
Passivo_Preço_terra	Área de passivo do imóvel rural dividido pelo preço da terra (ha/R\$/ha);
Renda_Passivo	Valor mensal adquirido no imóvel rural dividido pela área de passivo do imóvel (R\$/mês/ha);
Passivo_Renda	Área de passivo do imóvel rural dividido pelo valor mensal adquirido no imóvel (ha/R\$/mês);
Passivo_ÁreaImóvel	Área de passivo do imóvel rural dividido pela área total do imóvel (ha/ha).

Tabela 8 - Variáveis dependentes (respostas).

Variável	Descrição
Regularizar	Resposta positiva do produtor em termos de regularização;
Governo	Produtor regulariza mediante pressão do governo;
Mercado	Produtor regulariza mediante pressão de mercado;
Dúvida	Produtor não assume uma posição em termos de regularização;
Não_regularizar	Resposta negativa do produtor em termos de regularização.

Figura 9 - Árvore de decisão para o conjunto de dados das entrevistas.



O nó raiz da árvore de decisão é o atributo ‘preço da terra’ e em cada nó de decisão contém um teste para algum dos demais atributos, as folhas estão associadas à classe da variável resposta e apresenta os números de acertos e erros da classificação, cada percurso da raiz à folha corresponde uma regra de classificação.

Figura 10 - Relatório de desempenho do conjunto de treinamento.

```

=== Summary ===

Correctly Classified Instances      33          97.0588 %
Incorrectly Classified Instances    1           2.9412 %
Kappa statistic                    0.9564
Mean absolute error                 0.0196
Root mean squared error             0.099
Relative absolute error             7.0346 %
Root relative squared error         26.7782 %
Coverage of cases (0.95 level)     100 %
Mean rel. region size (0.95 level) 23.5294 %
Total Number of Instances          34

```

```

=== Confusion Matrix ===

 a  b  c  d  e  <-- classified as
 2  0  0  0  0 | a = regularizar
 0 15  0  0  0 | b = governo
 0  0  3  0  0 | c = mercado
 0  0  0  2  1 | d = não_regularizar
 0  0  0  0 11 | e = dúvida

```

O relatório de desempenho para esse conjunto de treinamento (Figura 10) mostra que 97% das instâncias foram acertadas. É possível verificar na matriz confusão (Figura 10) que o

erro de classificação ocorreu em uma instância que era ‘não regularizar’ e foi classificada como ‘dúvida’. A estatística Kappa de 0.95 mostra que a concordância é quase perfeita, porém, o número de instâncias de entrada é significativamente pequena. Logo, uma solução apontada foi adoção da validação cruzada utilizando o mesmo algoritmo, por meio do método de *leave-one-out*, essa abordagem é bastante utilizada para avaliar a capacidade de generalização do modelo a partir de um conjunto de dados, onde são realizados n cálculos de erro, um para cada instância de entrada.

A validação cruzada (Figura 11) apresenta valores mais aceitáveis para as instâncias classificadas corretamente (59%), fato esse comprovado pela estatística Kappa com valor de 0.39 para análise de concordância dos resultados, cuja interpretação dada por Landis e Koch (1977) é de “acordo justo”.

Figura 11 - Relatório de desempenho para a validação cruzada.

```

=== Summary ===

Correctly Classified Instances      20           58.8235 %
Incorrectly Classified Instances    14           41.1765 %
Kappa statistic                     0.3905
Mean absolute error                 0.1547
Root mean squared error            0.3532
Relative absolute error            54.0703 %
Root relative squared error        93.083 %
Coverage of cases (0.95 level)     82.3529 %
Mean rel. region size (0.95 level) 30 %
Total Number of Instances          34

=== Confusion Matrix ===

 a  b  c  d  e  <-- classified as
0  2  0  0  0 | a = regularizar
3 11  0  0  1 | b = governo
0  0  2  0  1 | c = mercado
0  0  0  0  3 | d = não_regularizar
0  2  2  0  7 | e = dúvida

```

A matriz confusão da validação cruzada (Figura 11) demonstra que 0/2 (regularizar), 11/15 (governo), 2/3 (mercado), 0/3 (não regularizar), 7/11 (dúvida) observações foram classificadas corretamente. Podemos entender que esse conjunto de dados não é adequado para prever novos valores para as categorias ‘regularizar’ e ‘não regularizar’, já que não houve nenhum acerto para essas classes²⁰. Provavelmente, devido ao tamanho da base de dados ou

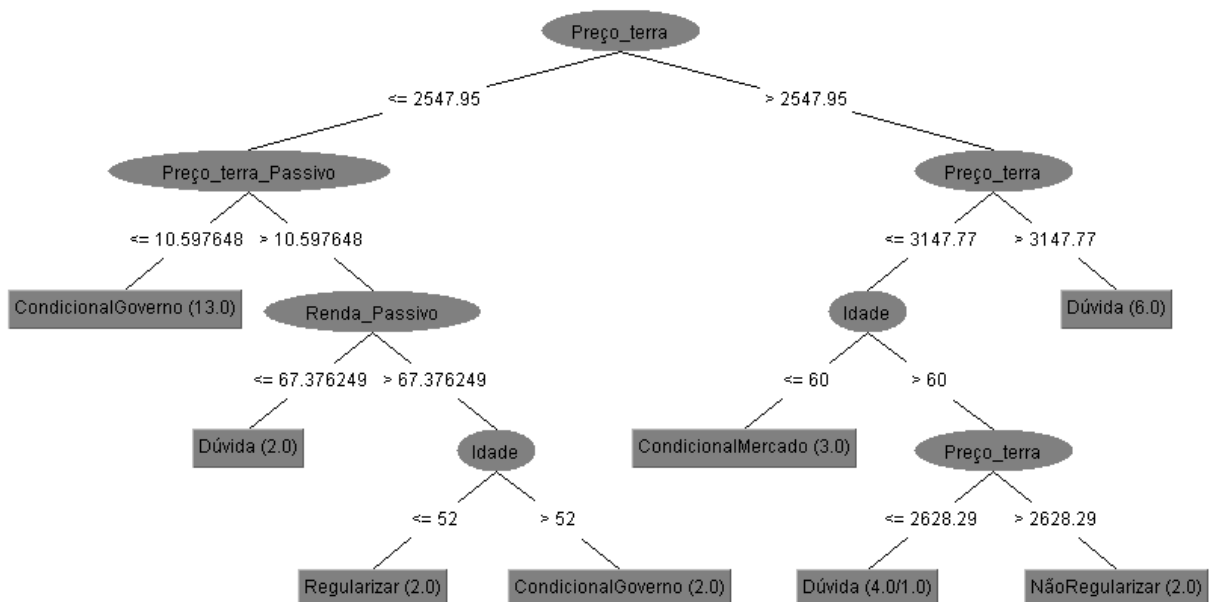
²⁰ Na análise dos cenários foi considerado o intervalo provável de variação para minimizar esse viés

semelhança nas características dos produtores que declararam ‘não regularizar’ com as características do grupo que declarou ‘dúvida’ e o grupo que declarou ‘regularizar’ com o grupo “governo”. Isso revela que poucos produtores rurais tendem assumir uma posição mais extrema como ‘regularizar’ ou ‘não regularizar’ o déficit de Reserva Legal, preferindo uma posição meio-termo (dúvida, condicional ao governo ou mercado).

Os dados utilizados na classificação continham produtores com dupla atividade (pecuária e agricultura). Porém, os dados do Censo Agropecuário tinham somente uma atividade por produtor, assim, novos testes foram feitos assumindo que os produtores com dupla atividade tivessem uma única atividade (pecuária ou agricultura).

Para os novos testes a árvore resultante (Figura 12) foi a mesma em todas as combinações (seja pecuária ou agricultura). No entanto, a variável ‘CAR’ foi excluída, teoricamente esta variável é considerada importante na tomada de decisão do produtor, pois a inscrição no CAR permite a transparência das propriedades rurais (identificar produtores em desconformidade com as exigências do Código Florestal através de monitoramento por órgãos ambientais e sociedade), isso pode causar uma certa pressão ao produtor rural. Diante disso e da necessidade de incluir outras questões não reveladas pela amostra, foram feitos ajustes na árvore de decisão (ver detalhes na próxima seção).

Figura 12 - Árvore de decisão para o conjunto de dados das entrevistas sem a dupla atividade produtiva.



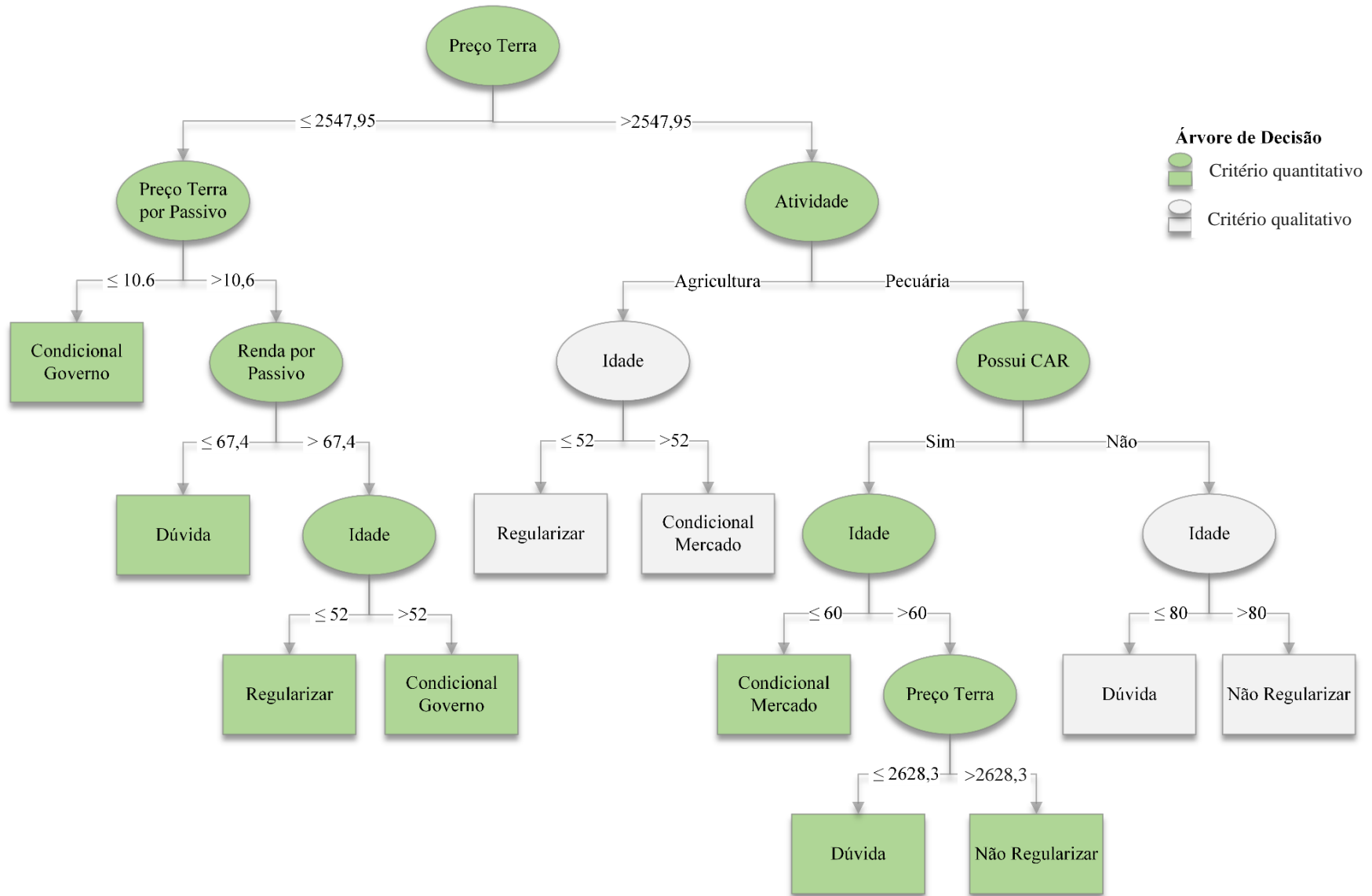
3.3.3.2 Ajuste qualitativo da árvore de decisão

As duas árvores obtidas na classificação automática (Figura 9 e Figura 12) foram agrupadas — conferindo as informações para garantir que a classificação manual estivesse dentro dos limites dos dados observados — para aprimorar a regra da ‘não regularização’ e ‘regularização’. Em adição, suposições qualitativas foram feitas com base em discussão de grupo focal com produtores rurais no estado do Pará, no conhecimento/convivência com possuidores de imóveis rurais no sul do Pará e em estudos que mostram a conformidade de medidas de mercado para a soja (GIBBS et al., 2014) e para a carne (GIBBS et al., 2015) — a chamada ‘moratória da soja’ e ‘moratória da carne’.

Estes estudos podem indicar a propensão dos produtores rurais em adequarem seus déficits de RL caso seja exigido pelo mercado, tendo em vista que demonstraram que os acordos de cadeia de suprimentos incentivaram a rápida mudança no comportamento de frigoríficos (excluindo propriedades com desmatamento e restringindo o acesso ao mercado para propriedades não registradas no CAR) e de produtores rurais relacionado ao desmatamento e o registro de propriedades no CAR, contribuindo com o avançando de medidas colocadas pelo governo (GIBBS et al., 2014, 2015).

O processo resultante foi uma árvore de decisão ajustada (Figura 13), na qual, adotou-se como regras para alocar a tomada de decisão dos produtores utilizando dados secundários, conforme detalhado nas próximas seções.

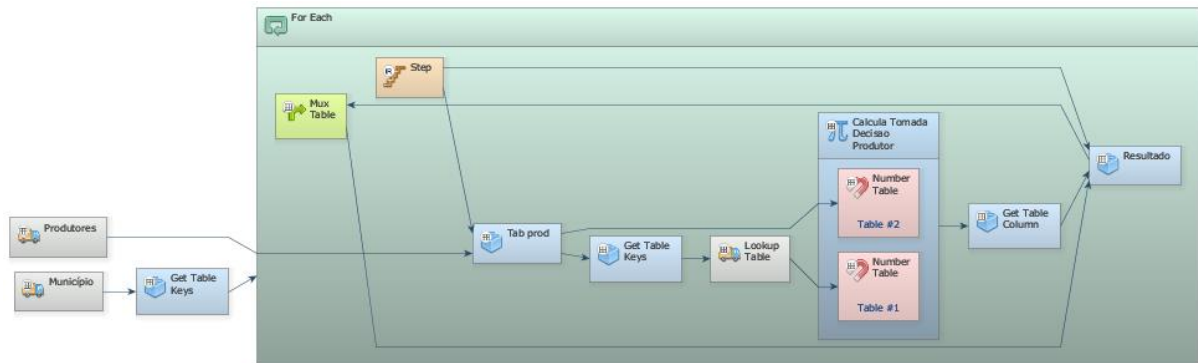
Figura 13 - Árvore de decisão ajustada baseado nas classificações do Weka e literatura.



3.3.3.3 Implementando a árvore de decisão

Foi utilizada a plataforma Dinamica EGO como ferramenta para implementar a árvore de decisão ajustada (Figura 13) na base de dados secundários, para alocar a tomada de decisão dos produtores rurais em regularizar o déficit de RL (Figura 14).

Figura 14 - Modelo de tomada de decisão em regularizar o déficit de RL.



A partir dos resultados desse modelo de tomada de decisão, foi possível analisar a demanda por regularização nos cenários de implementação do CF aqui adotados, conforme descrito na seção a seguir.

3.4 POTENCIALIDADES E LIMITAÇÕES

É importante elencar que em decorrência da limitação da base de dados, os resultados deste estudo podem conter vieses, entre as causas podemos destacar:

(1) nas entrevistas — diante da dificuldade de acesso aos municípios e contato com produtores locais, acarretou problemas para adaptar a disponibilidade de transporte com os horários de entrevistas, o que pode ter provocado vieses devido à rapidez nas entrevistas, autosseleção (uma fonte de viés comum) dos entrevistados pelo critério de ‘facilidade de encontro’. Além de poucas amostras e ausência de alguns grupos (sojeiros, grileiros).

(2) nos dados do Censo Agropecuário — além de serem dados com quase 10 anos de coletados, a existência de informações em tabelas diferentes com cruzamentos diferentes, foi preciso imputar dados, o que adiciona incerteza.

O método adotado para a coleta de dados possui alta flexibilidade, houve a possibilidade de abordar questões mais complexas, permitindo esclarecimentos e sondagens,

com isto, as opiniões dos entrevistados foram melhor capturadas, permitindo fazer uma abordagem qualitativa que foram agregadas aos resultados quantitativos. Em adição, obteve-se altas taxas de respostas, pois a presença do entrevistador passa uma certa credibilidade para o entrevistado, algo caracterizado como “real/concreto” do ponto de vista do produtor rural, em comparação com entrevistas por telefone ou aplicação de questionário (e-mail ou correspondência). Todavia, a utilização do método demanda alto custo financeiro e tempo, pois os estados possuem grandes extensões territoriais e boa parte dos municípios amostrados são de difícil acesso.

Para ir além das limitações técnicas e substancial aqui previstas, entende-se que pesquisar este assunto no Brasil, especialmente no Pará e Mato Grosso, dada as implicações sociais, econômicas, políticas e ambientais do tema abordado, é crucial e desejável. Além disso, vale destacar a necessidade de mais diálogo entre as abordagens geoespacial e socioeconômica (humano-ambiental), já observado por diversos autores como Ralha et al. (2013), Veldkamp e Verburg (2004), pois “o homem é o principal elemento transformador da natureza”²¹.

²¹ LUCCI, E. A.; BANCO, A. L. Geografia: Homem e Espaço. Editora Saraiva. São Paulo, SP, 2011.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Esta seção se dedica a apresentar os resultados obtidos neste estudo e a discussão acerca dos mesmos. Inicialmente é apresentada a demanda por regularização agregada por município (estimativa baseada nos dados do Censo Agropecuário). Num segundo momento, é explicado os perfis dos produtores rurais de onde vêm as escolhas da regularização (informações coletadas nas entrevistas).

4.1 DEMANDA POR REGULARIZAÇÃO DO PASSIVO DE RL

As demandas estimadas em cada cenário, resultantes da metodologia adotada, demonstram que o desejo dos produtores rurais tende a aumentar à medida que exigências e incentivos à regularização são considerados, conforme descrito a seguir.

4.1.1 Cenário tendencial

A área total demandada para regularização no cenário BAU gira em torno de 33% (2,5 Mha) do déficit analisado, podendo variar 10% desse valor para mais ou menos. Cerca de 75% dessa área está concentrada no estado do Mato Grosso (1,9 Mha), enquanto no Pará, é estimado em cerca de 604 mil hectares (Tabela 9). Apesar do estado do Mato Grosso aparecer com a maior concentração da área regularizável, o Pará apresenta o maior número de produtores que se mostram dispostos a regularizar sem condicionantes — cerca de 66% dos mais de 44 mil produtores enquadrados neste cenário —, isto porque a concentração do passivo por produtor no Pará é menor.

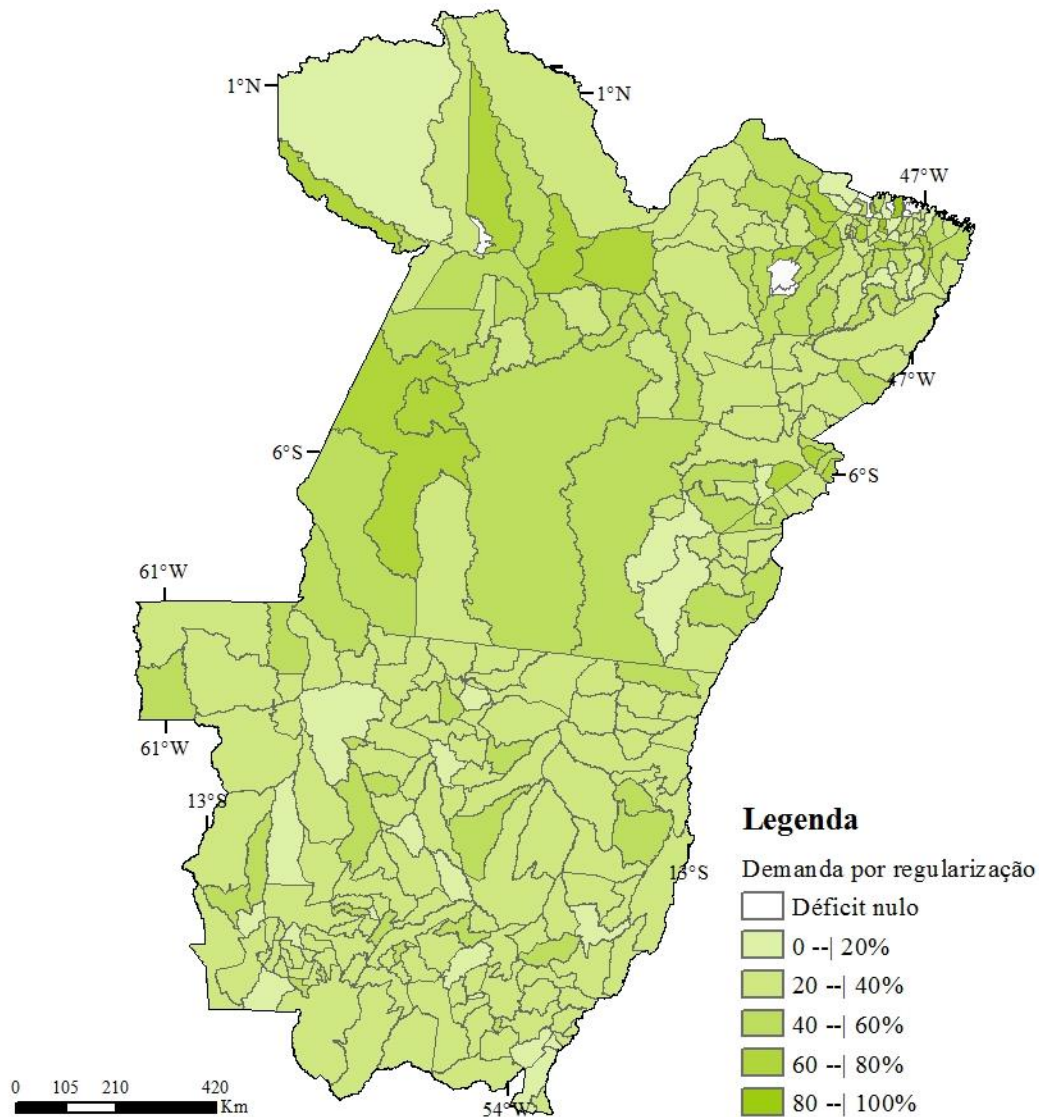
Tabela 9 - Demanda estimada no cenário tendencial.

Estados	Número de Produtores			Área de Déficit		
	RegMIN.	Regularizar	RegMÁX.	RegMIN.	Regularizar	RegMÁX.
Pará	27.945	29.653	31.361	516.012	604.689	693.366
Mato Grosso	9.917	15.151	20.384	1.198.048	1.853.608	2.509.168
Total	37.862	44.804	51.745	1.714.060	2.458.297	3.202.534

Reg. – Regularizar; MIN. – Mínimo; MÁX. – Máximo.

Em nível municipal (Figura 15), boa parte da demanda por regularização neste cenário se concentra em torno de 20 a 40% em 161 municípios (sendo 104 no Mato Grosso e 57 no Pará) e em 66 municípios com demanda entre 40 e 60% (43 municípios no Pará e 23 no Mato Grosso).

Figura 15 - Demanda por regularização dos produtores com passivo no cenário tendencial por município.



No Pará, o menor preço da terra aliado ao menor passivo pode estar entre os principais fatores condutores da tomada de decisão em regularizar. Portanto, a regularização para estes produtores seria relativamente de menor custo, visto que demandariam aquisição de pouca área com floresta (sendo estas de baixo preço) já que possuem pouco passivo, em caso de compensação ou a restauração natural já que o custo de oportunidade é baixo. No Mato Grosso,

o agronegócio pode ter impulsionado essa demanda, que por sua vez, a tendência é que os grandes produtores do agronegócio comprem CRA (RAJÃO; SOARES-FILHO, 2015).

No geral, a demanda chegaria a menos de 50% neste cenário, ou seja, a regularização sem a inserção de outros fatores seria relativamente baixa. Isto reflete claramente a necessidade de intervenções estratégicas por parte do Estado para implementação de normas e exigências de mercado, bem como o apoio e incentivo à regularização do déficit de RL, afim de ampliar e aprimorar a preservação ambiental das RLs, dado o indicativo de baixa adesão à regularização.

Em análises econômicas os produtores se demonstram avesso ao risco e à dívida (WILLOCK et al., 1999). Todavia, a postura do produtor em relação às questões ambientais sugere possuir um comportamento diferente (apesar de quem não aderir à regularização corre o risco de penalização), uma vez que o Estado ainda não exige de fato a regulação do déficit e pune os “fora da Lei”. A prioridade atual do governo é o registro dos imóveis no CAR, logo, a aversão ao risco incide sobre poucos produtores, dada as atuais condições.

A Figura 16 apresenta o volume de área demandada por restauração/compensação por município com os respectivos valores mínimos e máximos. Assim colocado, o Mato Grosso lidera o *ranking* com maior área demandada em quatro municípios, em quinto lugar, aparece o município de São Felix do Xingu - PA, esse município apesar de liderar o *ranking* de desmatamento no estado, ainda possui uma quantidade substancial de florestal, assim, é visto por muitos produtores com passivo do sul do Pará como o local de aquisição de outra terra para compensação do déficit.

Figura 16 - Demanda provável de área para restauração/compensação do déficit de RL por município e intervalo de confiança no cenário tendencial.

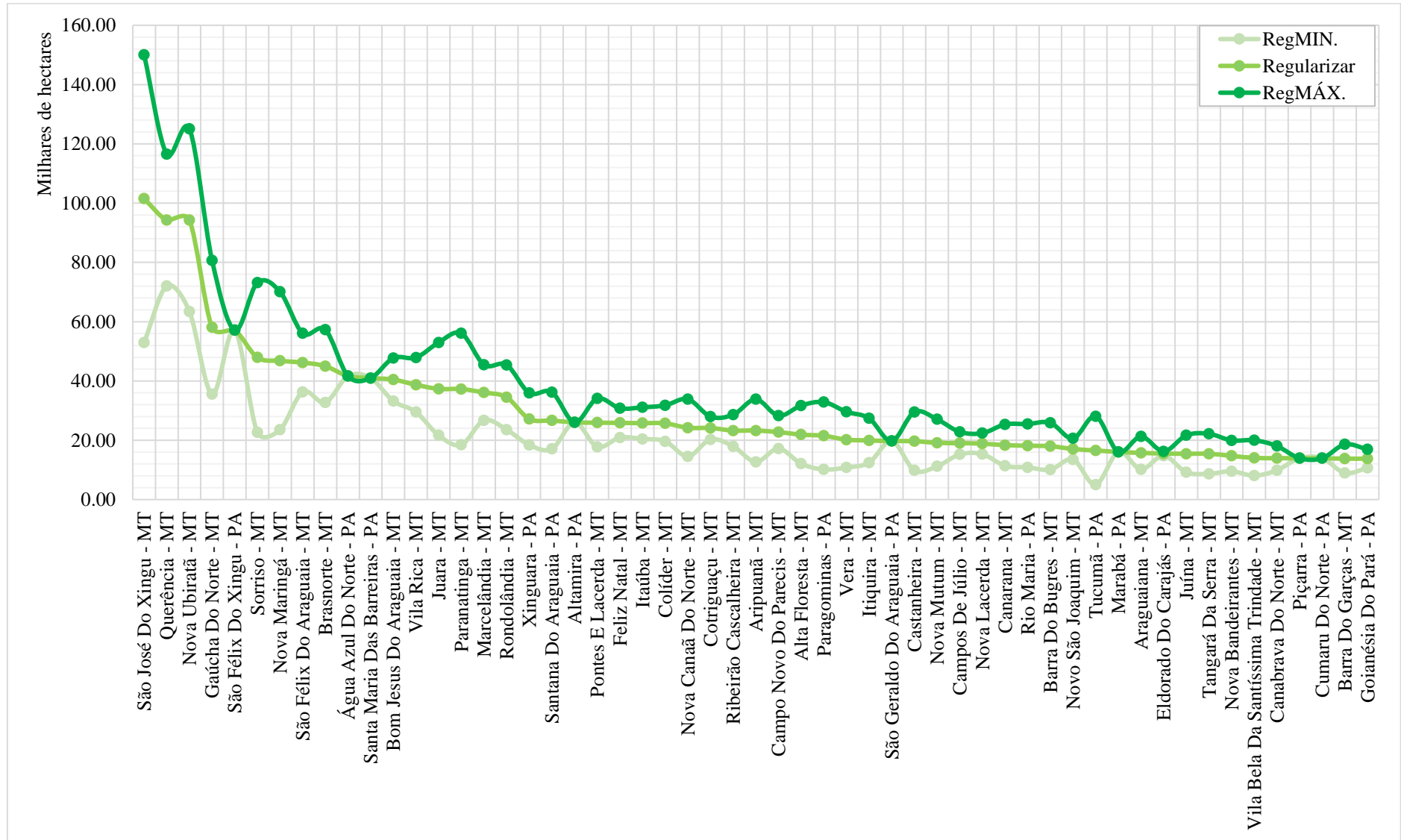


Figura 16 - (Continuação).

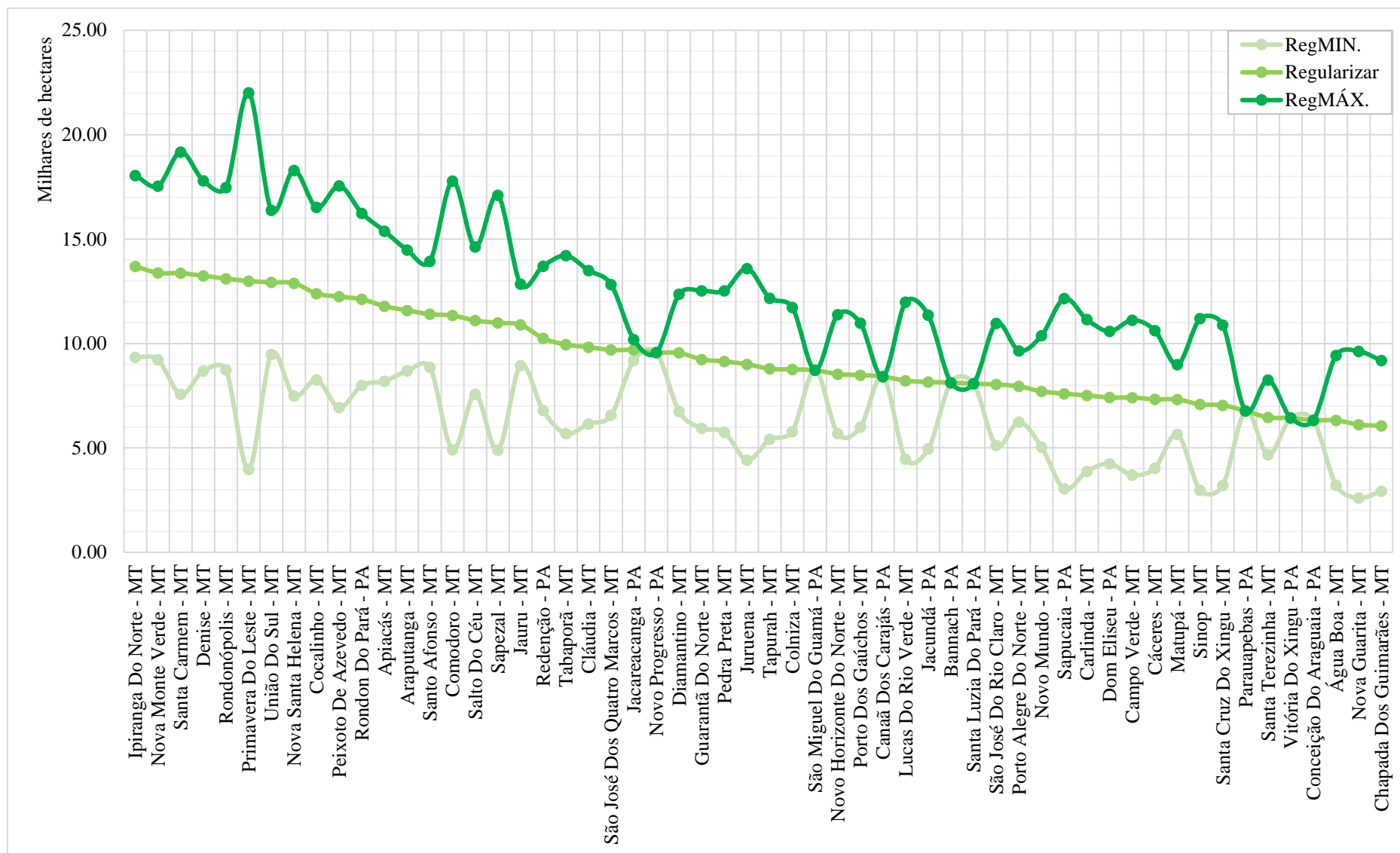


Figura 16 - (Continuação).

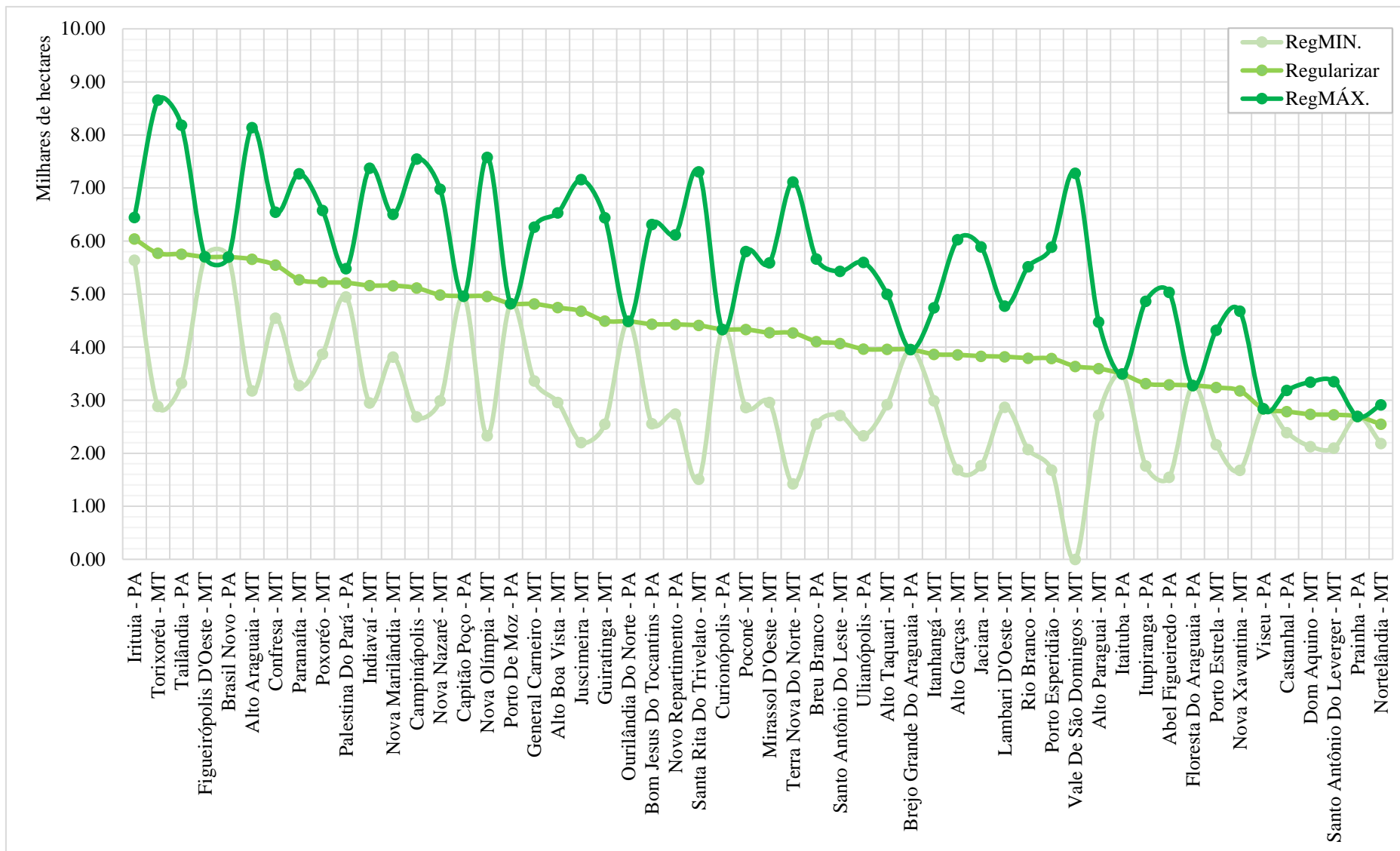


Figura 16 - (Continuação).

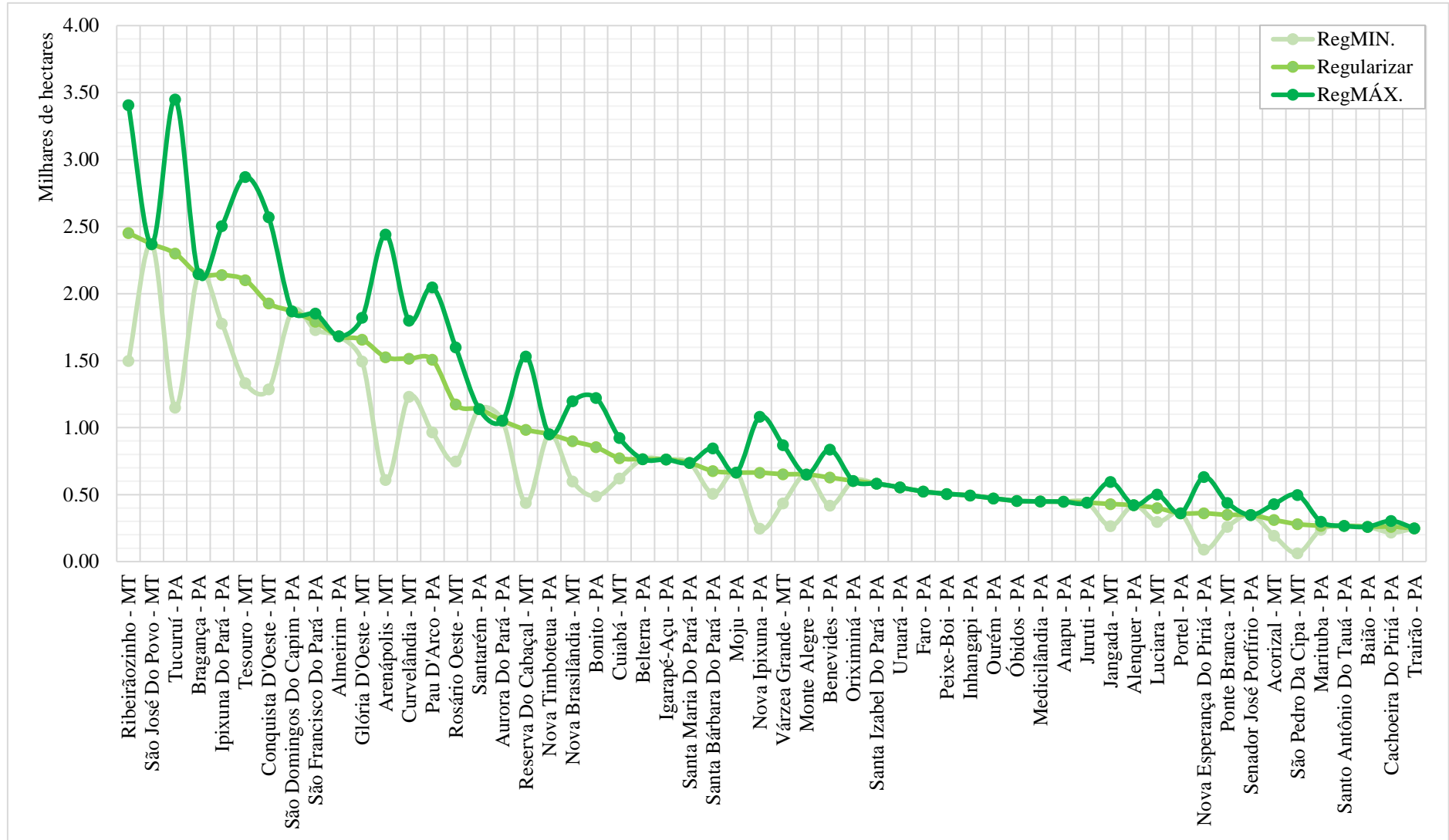
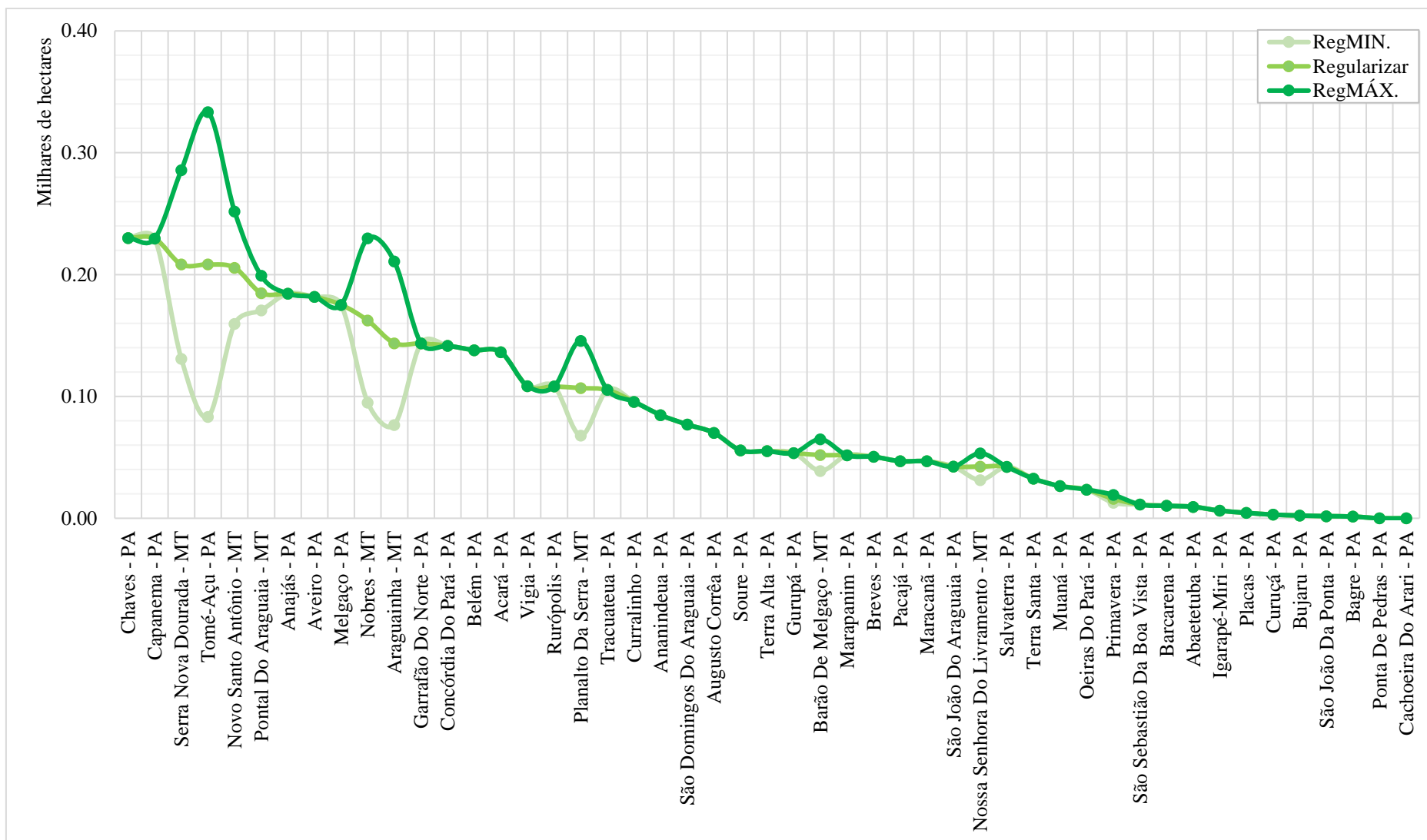


Figura 16 - (Continuação).



4.1.2 Cenário governamental

Os resultados desse cenário condicional demonstram que área demandada para regularização é 13% maior que no cenário tendencial, correspondendo ao total de 2,8 Mha podendo variar 10% para mais ou menos. O incremento desse cenário em relação ao anterior ocorre no estado do Pará (Tabela 10).

Tabela 10 - Demanda estimada no cenário governamental.

Estados	Número de Produtores			Área de Déficit		
	RegMIN.	Regularizar	RegMÁX.	RegMIN.	Regularizar	RegMÁX.
Pará	42.660	44.368	46.076	833.230	921.907	1.010.583
Mato Grosso	9.917	15.151	20.384	1.198.048	1.853.608	2.509.168
Total	52.577	59.519	66.460	2.031.278	2.775.515	3.519.752

Reg. – Regularizar; MIN. – Mínimo; MÁX. – Máximo.

Os produtores que não reagiram ao conjunto de condições deste cenário (intervenções de políticas pública na promoção da regularização) merecem certa atenção, pois as exigências de governo não se demonstraram muito eficaz, especialmente para os produtores no Mato Grosso. Provavelmente, ações de cunho econômico proporcionará um maior efeito e, assim, aumentar a demanda por regularização.

A mudança ocorreu em boa parte dos municípios paraenses neste cenário (Figura 17), isto pode estar atrelado ao risco de penalização (e.g., multas, limitações de crédito rural), se efetivada poderia demandar maior custos do que a regularização, dada a grande oferta de ativo florestal e o baixo preço da terra comparado ao Mato Grosso.

A Figura 18 exhibe a área de déficit que seria regularizada por município com os respectivos intervalos de confiança. Assim, é possível verificar que a distribuição da área demandada por município é bem próxima ao cenário anterior, mas o estado do Mato Grosso perde uma posição no *ranking* e aparece com três municípios do sudeste paraense (São Félix do Xingu, Água Azul do Norte e Santa Maria das Barreiras). Essa região está sobre influência do chamado “arco do desmatamento” (DOMINGUES; BERMANN, 2012; FERREIRA; VENTICINQUE; ALMEIDA, 2005), ou seja, é uma área com intensificado uso alternativo do solo com alta produtividade agropecuária.

A “dúvida” dos produtores é um fator crítico na demanda por regularização, pois pode afetar positiva/negativamente (para mais ou menos) na quantidade de área a ser

restaurada/compensada. Ou seja, a tomada de decisão do produtor em nível de propriedade rural impacta no volume de área a ser regularizada em nível municipal e estadual. Isto pode ser visto na Figura 18, onde grande oscilação entre os valores máximos e mínimos de área demandada por município. Essa questão, merece uma análise cuidadosa por parte do Estado, visando a adoção de medidas informativas, incentivadoras e/ou condutoras para ampliar a capacidade efetiva de implementação do Código Florestal, tendo em vista o histórico de descumprimento da Lei conforme abordado por diversos autores, entre eles Marques e Ranieri (2012), Schmidt e Mcdermott (2014) e Selbach (2013).

Figura 17 - Demanda por regularização dos produtores com passivo no cenário governamental por município.

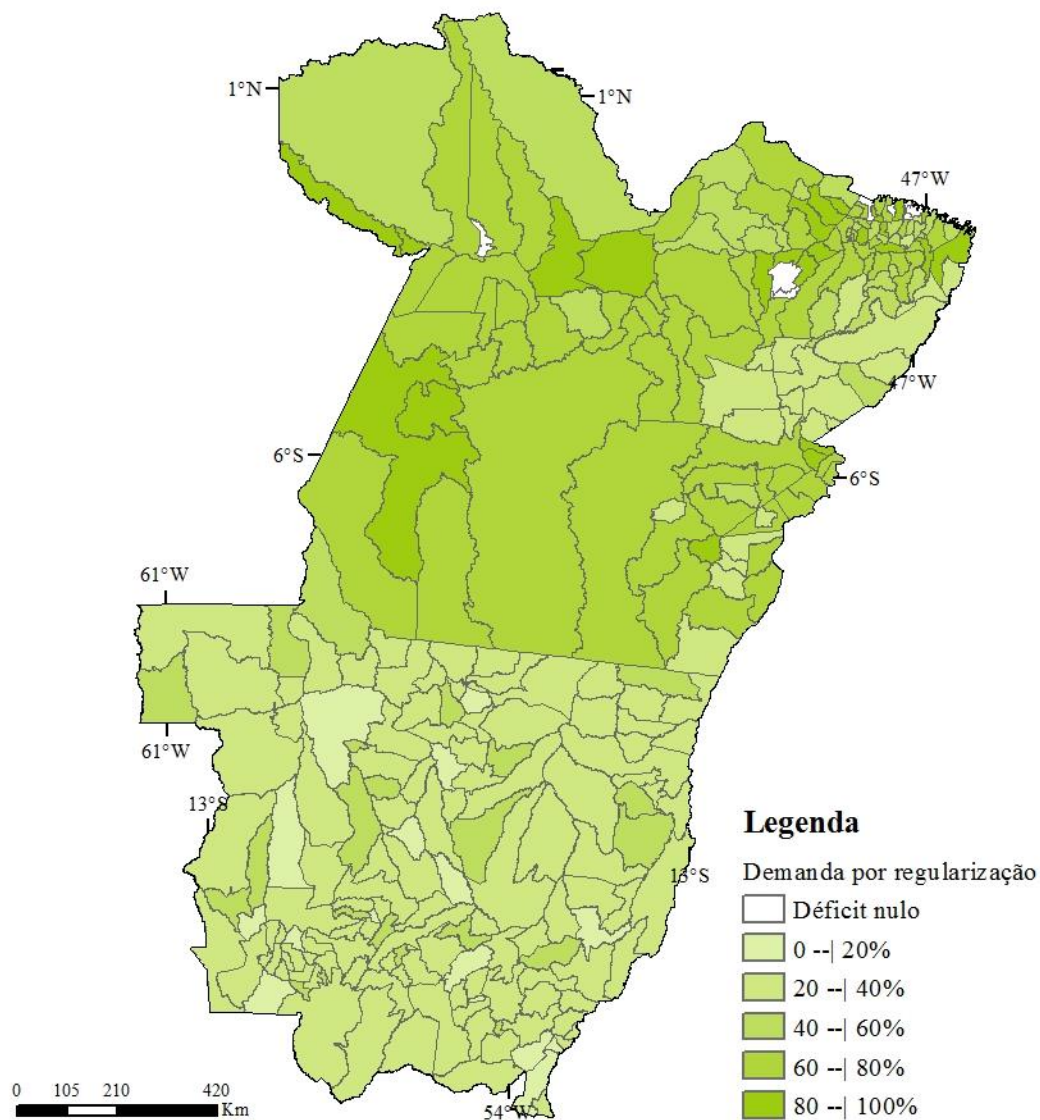


Figura 18 - Demanda provável de área para restauração/compensação do déficit de RL por município e intervalo de confiança no cenário governamental.

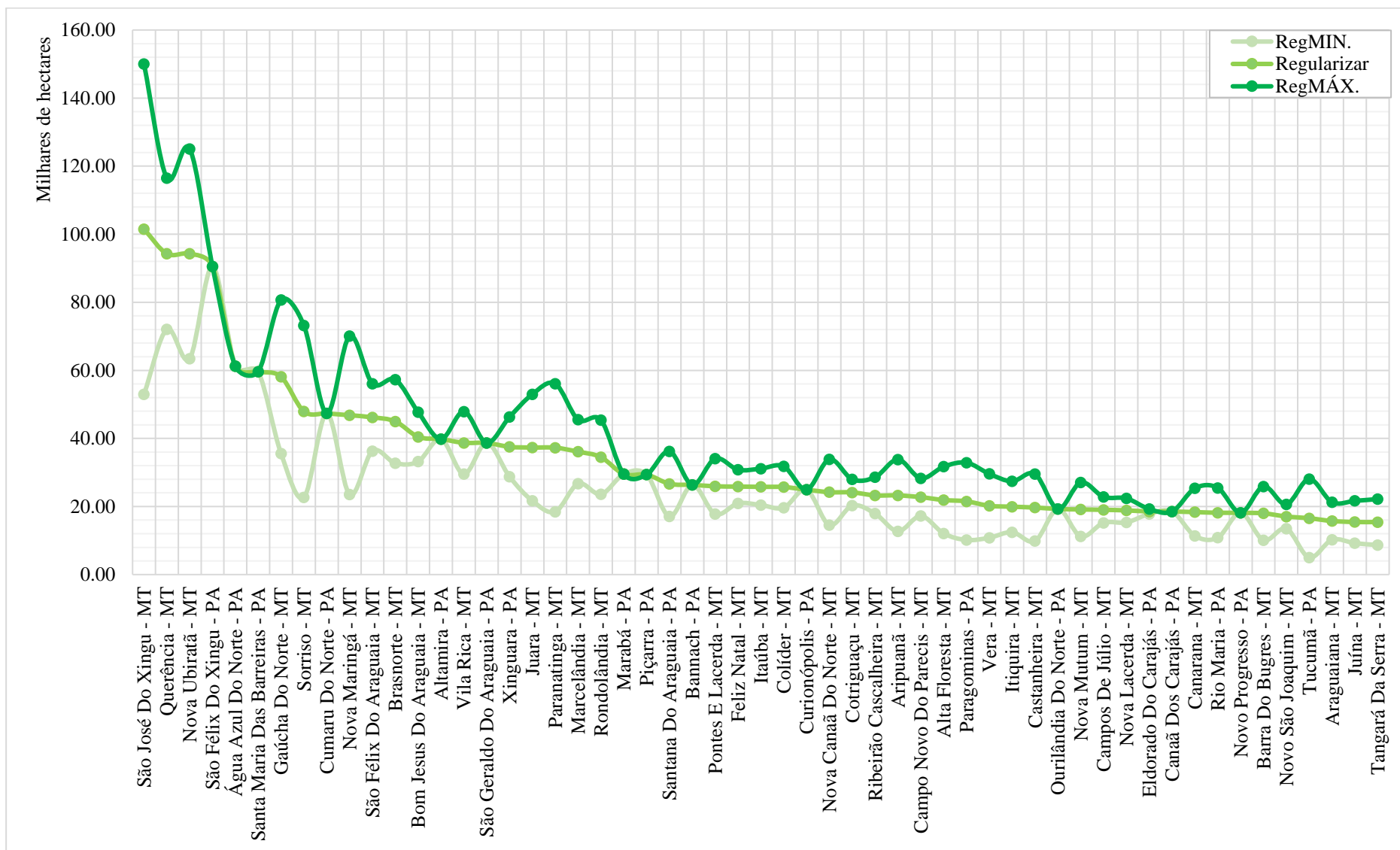


Figura 18- (Continuação).

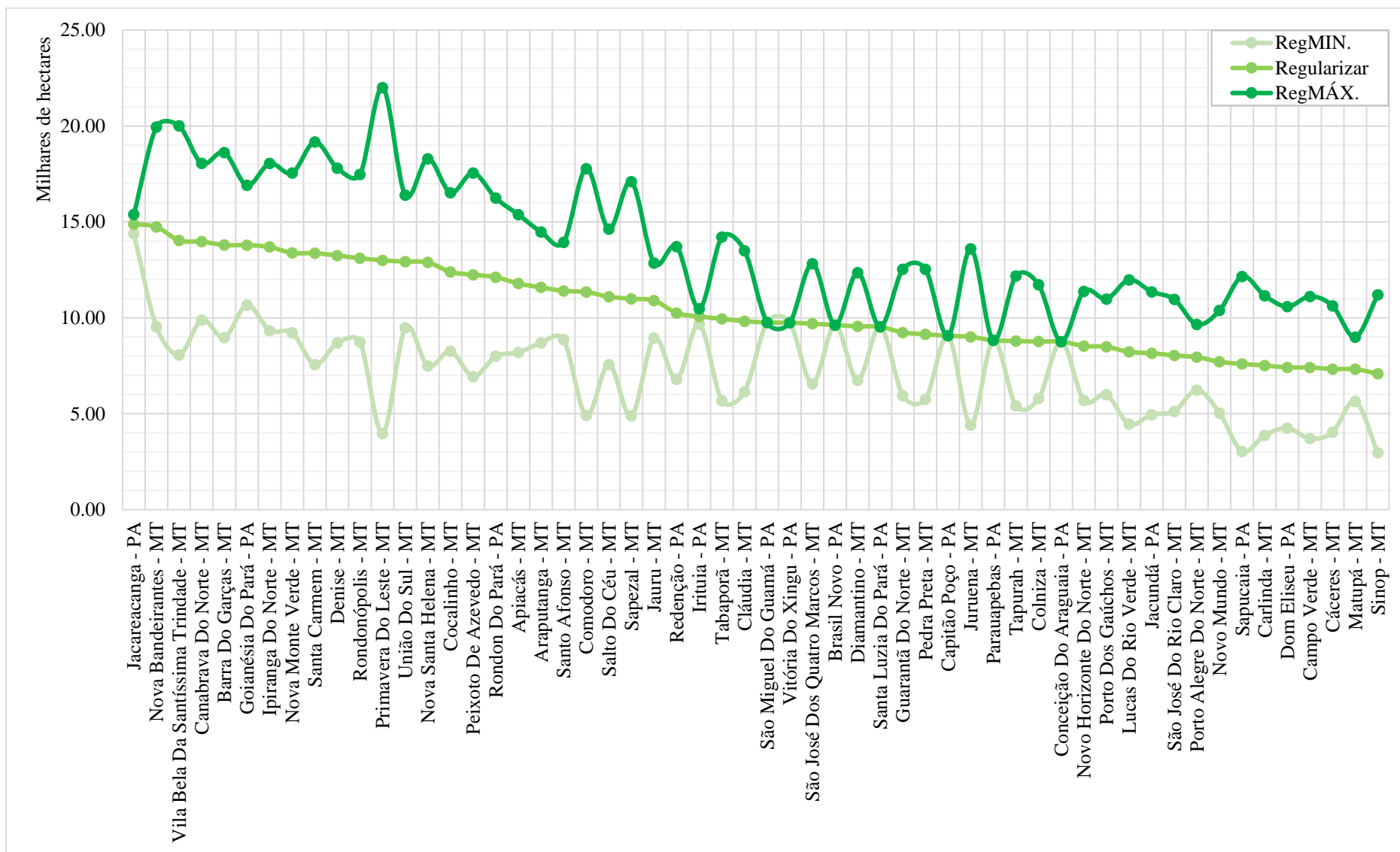


Figura 18- (Continuação).

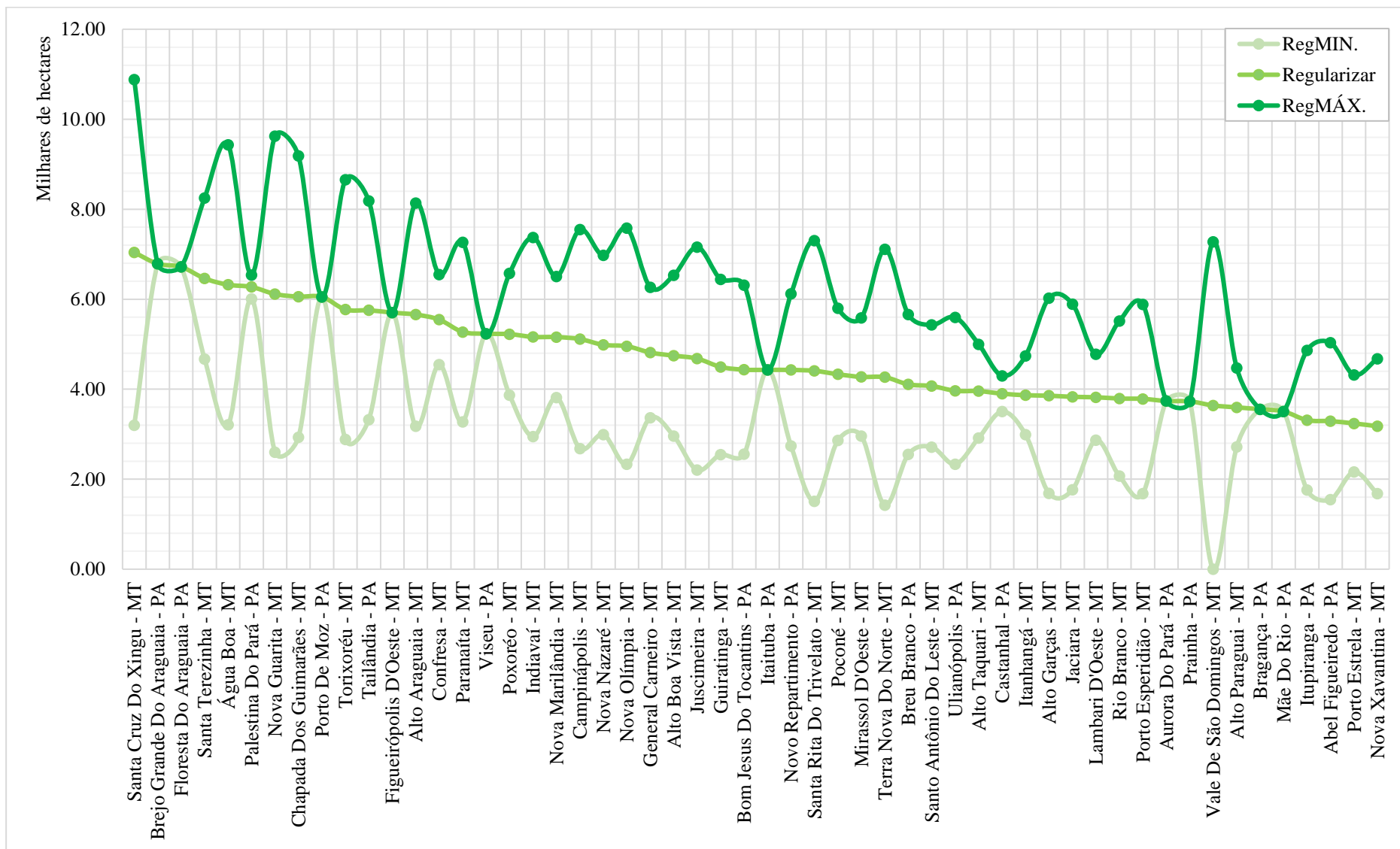


Figura 18- (Continuação).

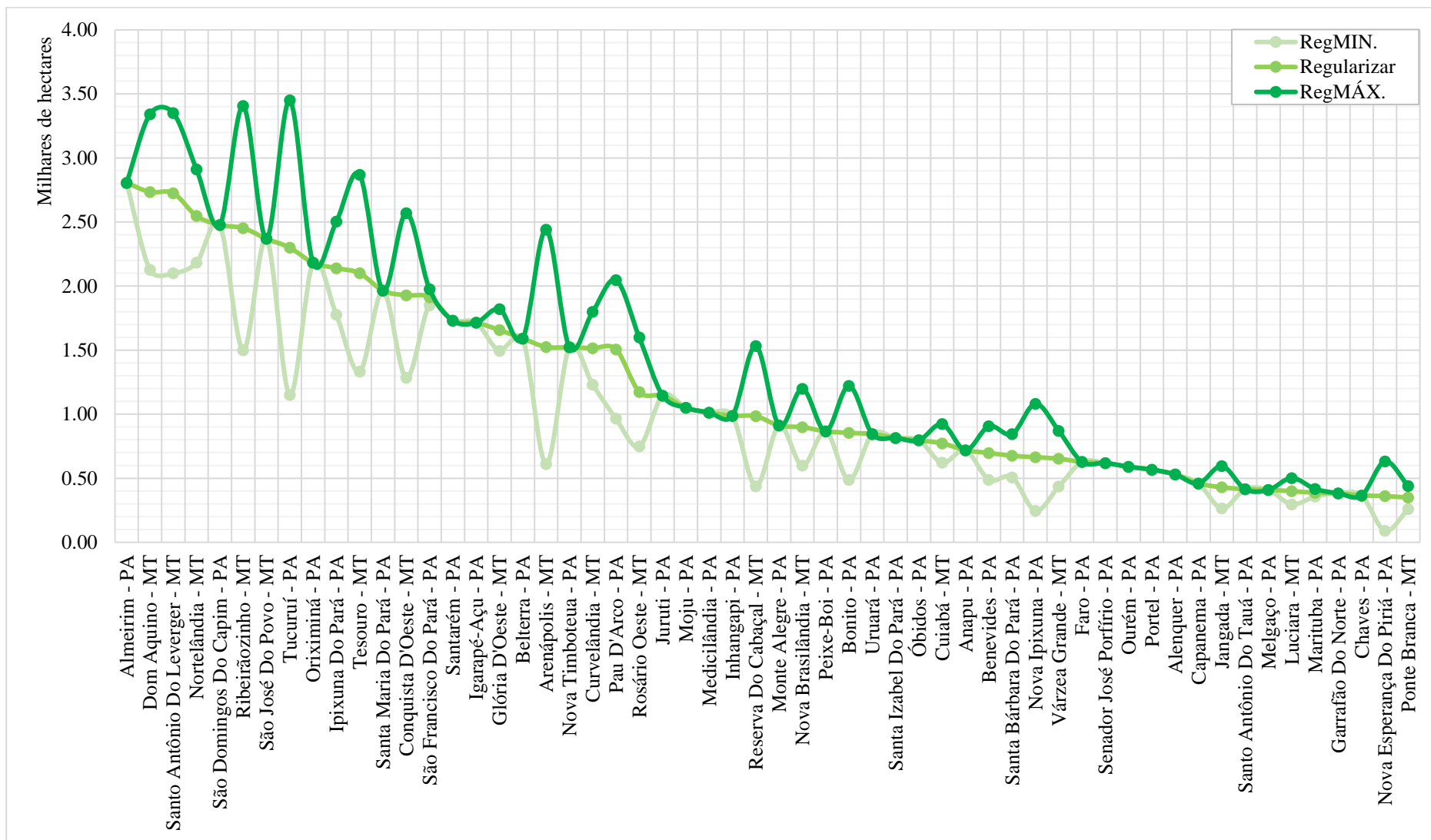
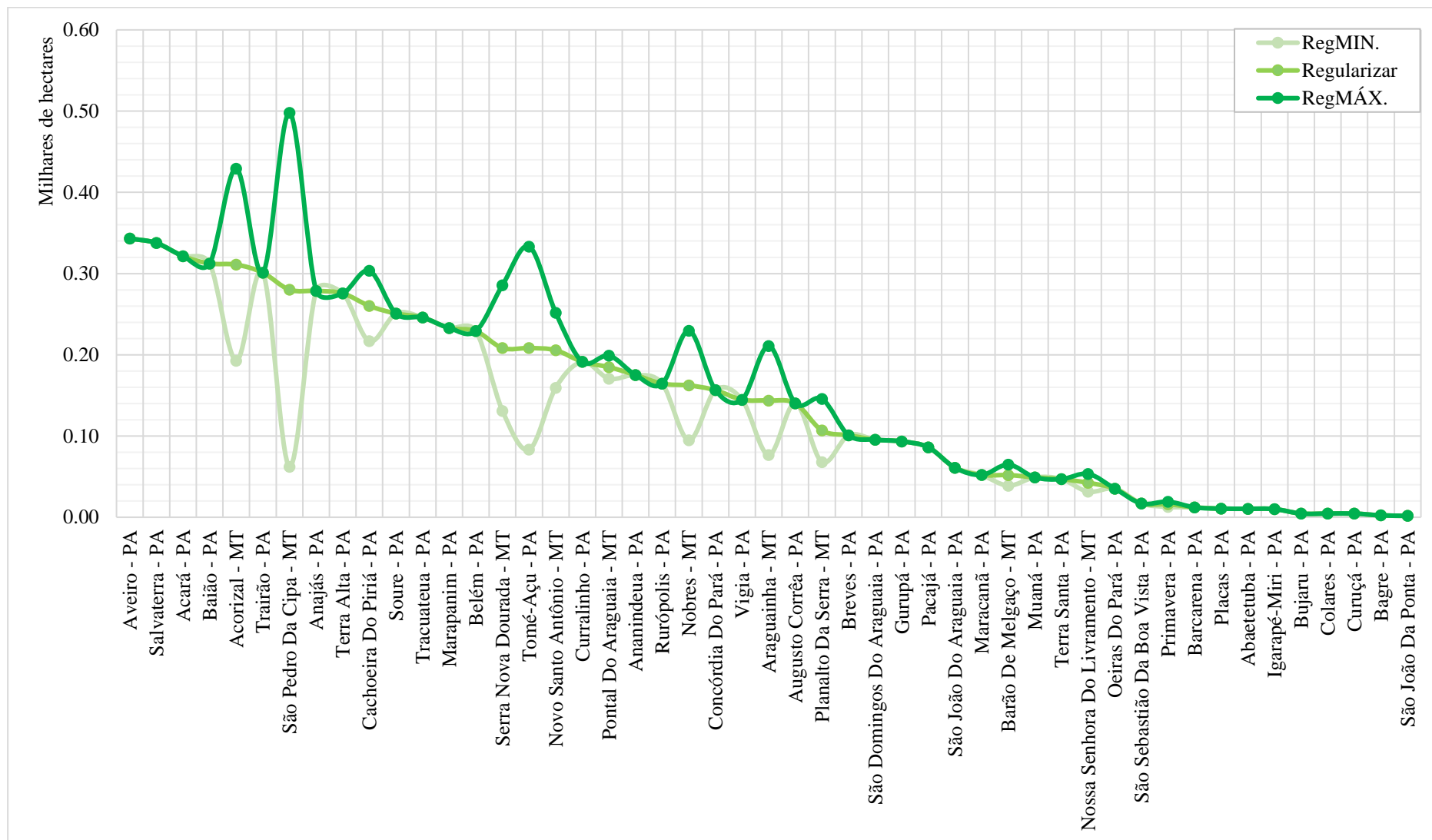


Figura 18- (Continuação).



4.1.3 Cenário mercadológico

Se por um lado, este segundo cenário condicional é similar ao anterior em seus critérios de formação, se diferenciando apenas na substituição da decisão em regularizar baseada em pressão do ‘governo’ por ‘mercado’. Por outro lado, seu resultado é completamente diferente. Houve um aumento de 111% da área regularizável em relação ao cenário anterior. Em números absolutos passou de 2,8 Mha para mais de 5,8 Mha, com intervalo de confiança de 10% desse valor (Tabela 11).

Tabela 11 - Demanda estimada no cenário mercadológico.

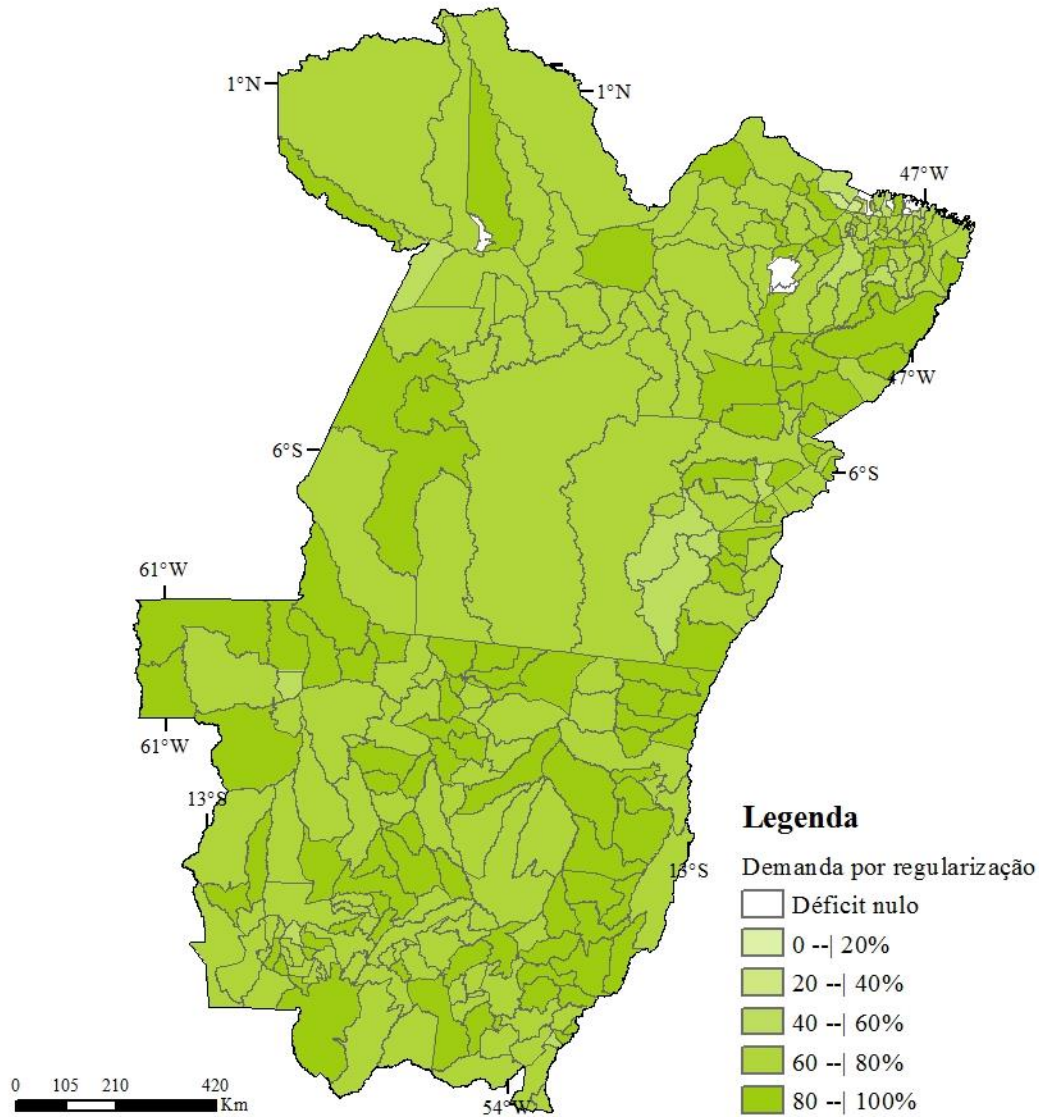
Estados	Número de Produtores			Área de Déficit		
	RegMIN.	Regularizar	RegMÁX.	RegMIN.	Regularizar	RegMÁX.
Pará	49.477	51.185	52.893	1.104.558	1.193.235	1.281.912
Mato Grosso	34.184	39.418	44.651	4.000.144	4.655.704	5.311.264
Total	83.661	90.603	97.544	5.104.702	5.848.939	6.593.176

Reg. – Regularizar; MIN. – Mínimo; MÁX. – Máximo.

A Figura 19 apresenta a demanda dos produtores pela regularização nos municípios, podemos observar que o cenário atual atribuiu mais eficiência na tomada de decisão. Isto pode ser notado principalmente nos municípios mato-grossense que aparecem com forte demanda por regularização. Essa situação pode estar ligada ao fato de que o Mato Grosso concentra os maiores proprietários de terras com maior poder de produção e aquisitivo do agronegócio brasileiro, então, as exigências de mercado pode proporcionar esse pico de regularização.

Este cenário indica forte indícios de que as intervenções de cunho econômico poderão impactar diretamente no comportamento dos produtores rurais e na consequente demanda por restauração/compensação do déficit de RL, a medida em que os produtores tomam a decisão em se adequarem às normas legais. Logo, podemos entender que a regularização condicionada às exigências de mercado tem elevado potencial, visto que restrições mercadológicas implicam em considerável intervenção na comercialização de produtos agropecuários.

Figura 19 - Demanda por regularização dos produtores com passivo no cenário mercadológico por município.



Entre os três cenários já analisados até o presente momento — levando em consideração o contexto da tomada de decisão do produtor rural em meio a pressão pela regularização e sua resistência —, o cenário mercadológico se mostrou mais influente. A Figura 20 apresenta a área demandada por regularização nos municípios para este cenário.

Figura 20 - Demanda provável de área para restauração/compensação do déficit de RL por município e intervalo de confiança no cenário mercadológico.

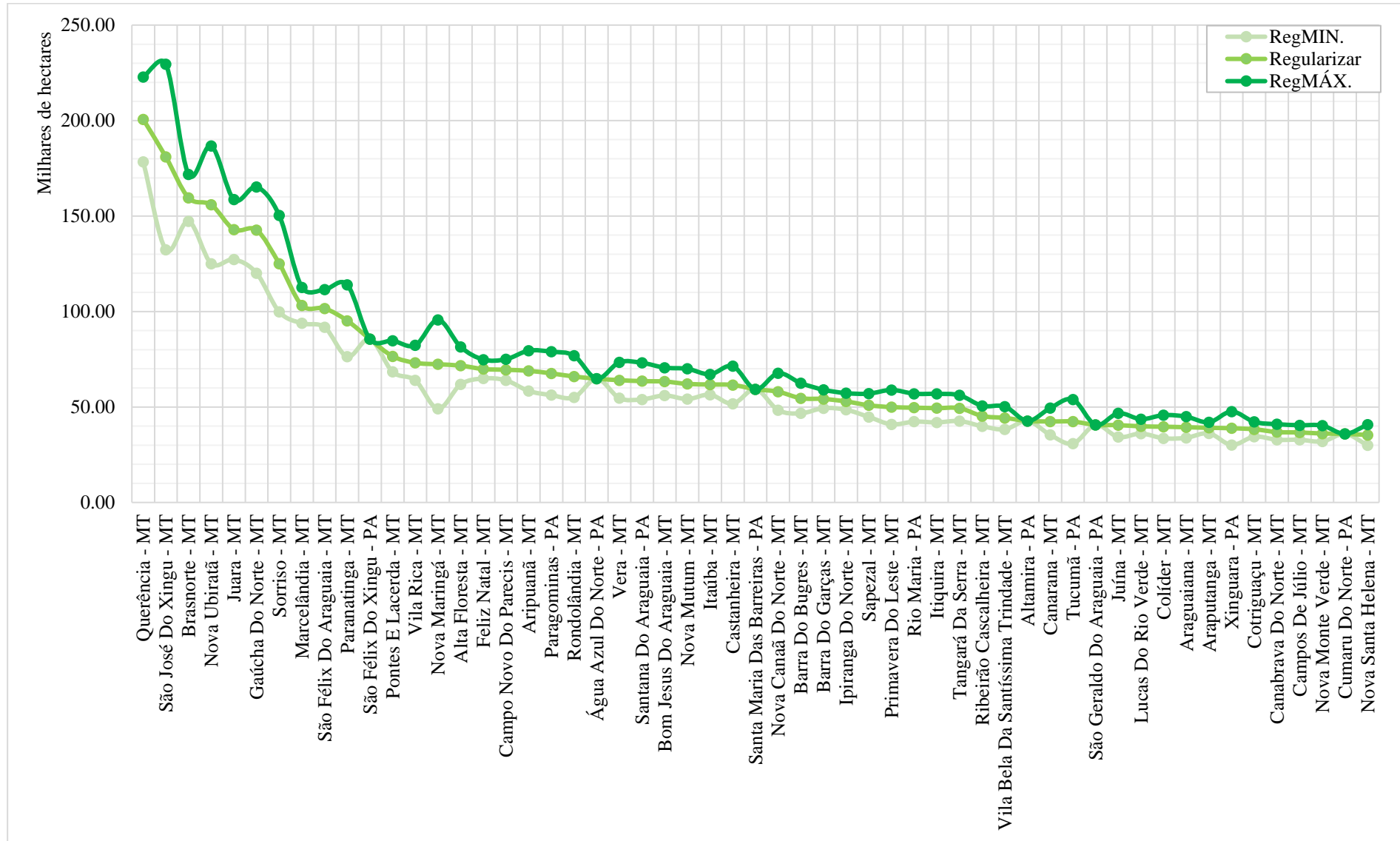


Figura 20 - (Continuação).

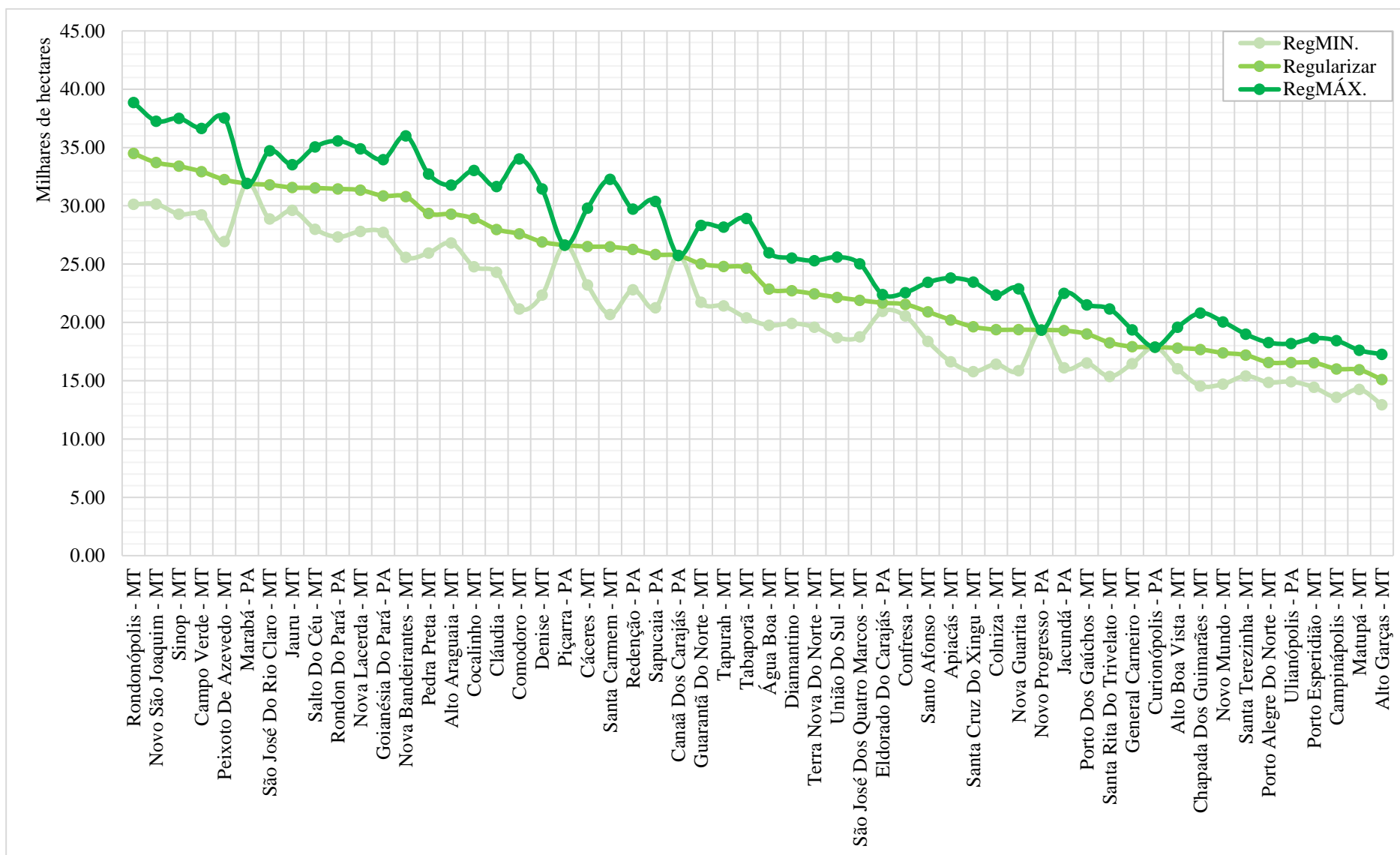


Figura 20 - (Continuação).

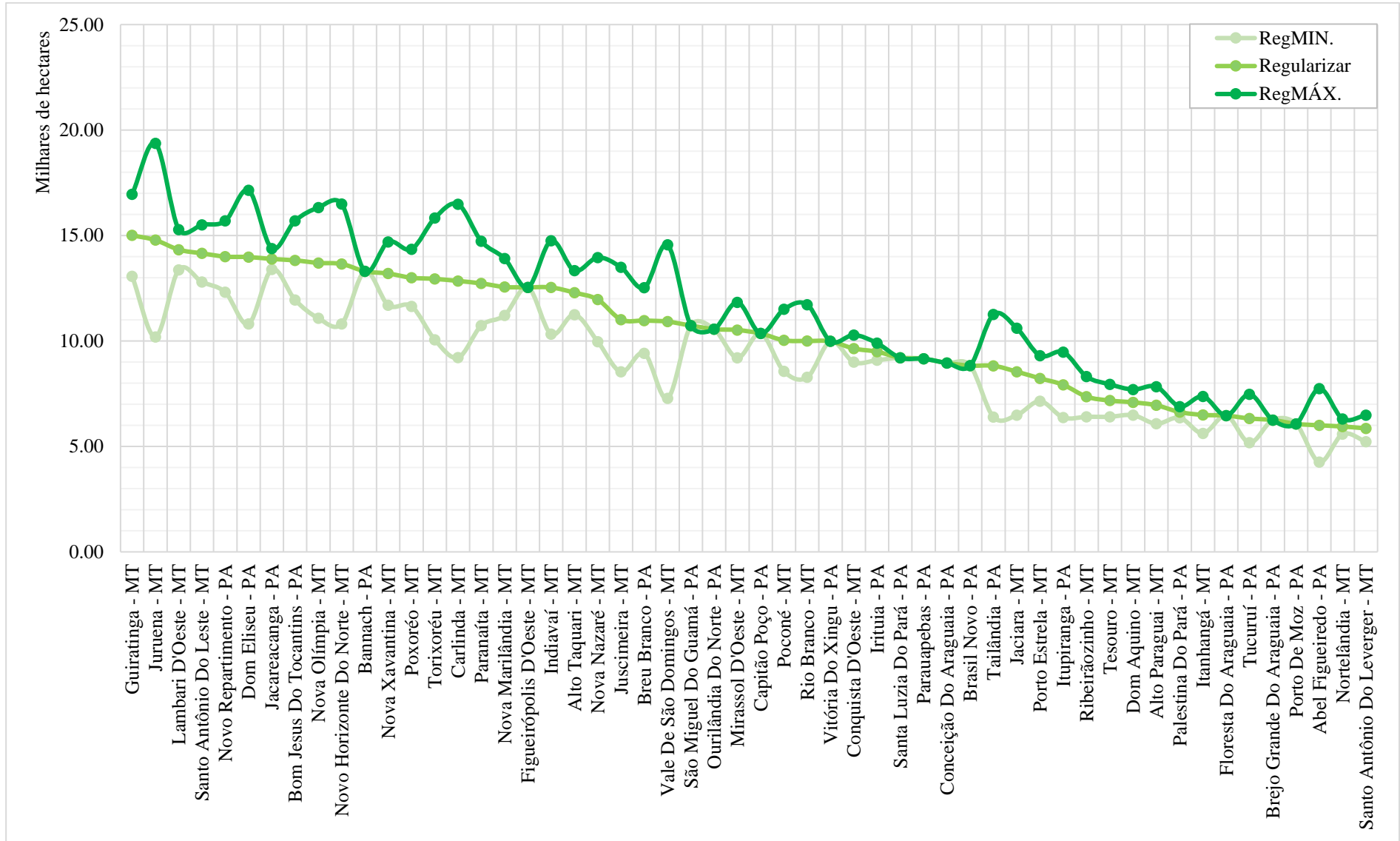


Figura 20 - (Continuação).

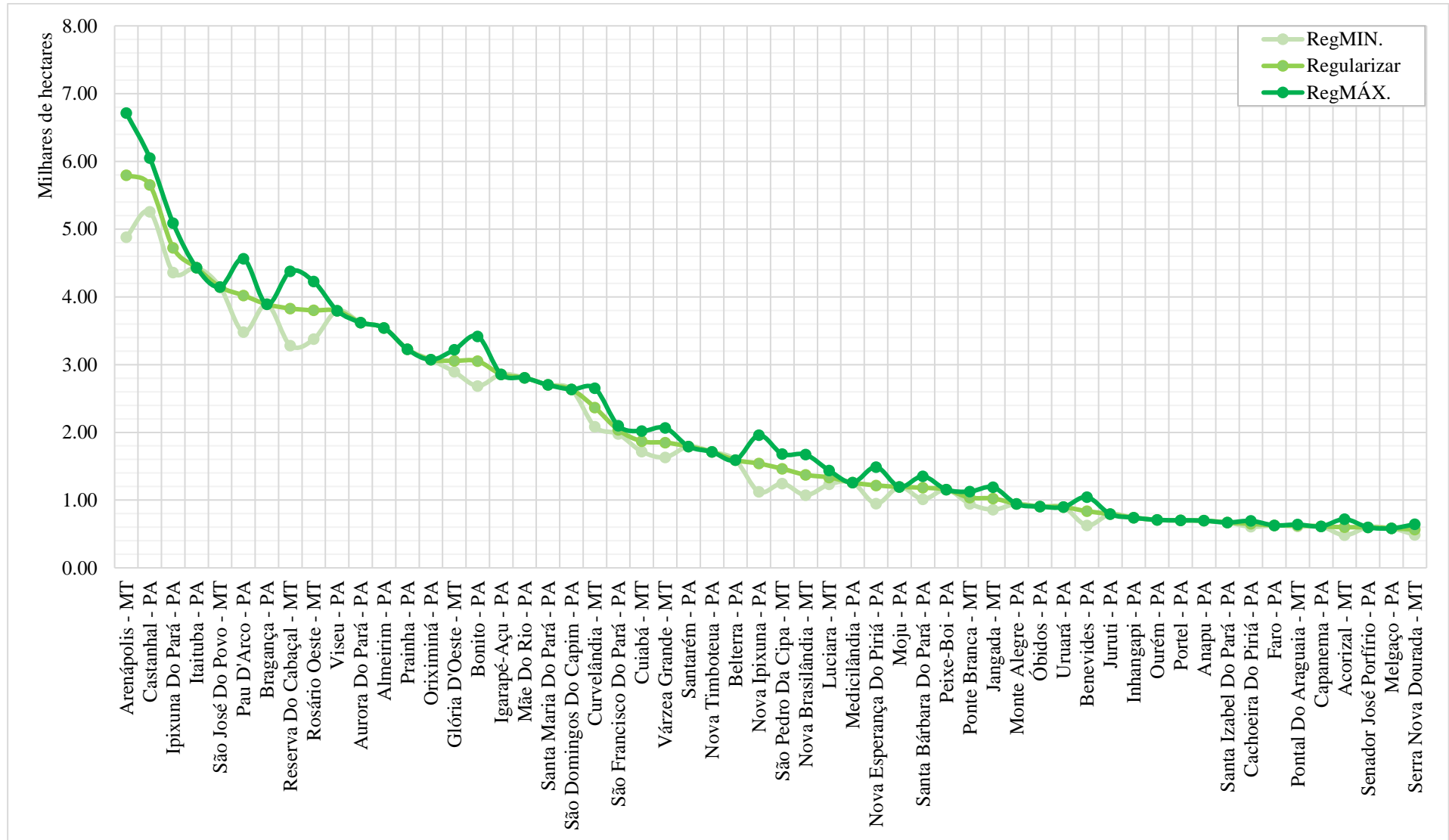
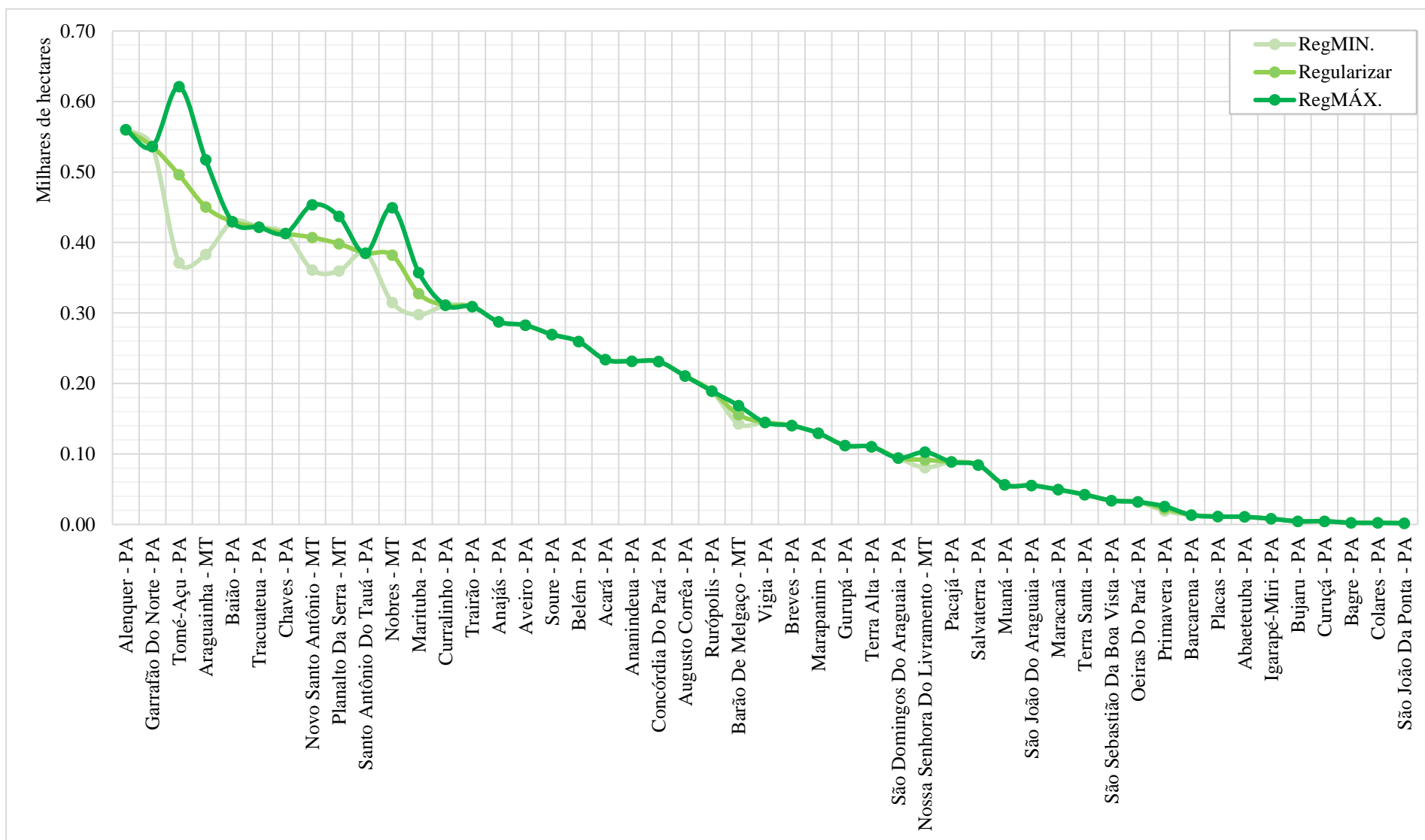


Figura 20 - (Continuação).



4.1.4 Cenário governo e mercado

A demanda provável por regularização do déficit de RL estimada neste último cenário, é na ordem de 83% (6,2 Mha) da área de déficit analisada, com uma variação de 10% para mais ou para menos. Houve um aumento percentual de 5% da demanda em relação ao cenário anterior (Tabela 12).

Tabela 12 - Demanda estimada no cenário governo e mercado.

Estados	Número de Produtores			Área de Déficit		
	RegMIN.	Regularizar	RegMÁX.	RegMIN.	Regularizar	RegMÁX.
Pará	64.192	65.900	67.608	1.421.776	1.510.453	1.599.129
Mato Grosso	34.184	39.418	44.651	4.000.144	4.655.704	5.311.264
Total	98.376	105.318	112.259	5.421.920	6.166.157	6.910.394

Reg. – Regularizar; MIN. – Mínimo; MÁX. – Máximo.

Essa quantidade substancial da demanda por regularização mediante exigências do governo e mercado pode ser observada na Figura 21. Se compararmos a intensidade do enquadramento dos produtores por municípios neste cenário com os cenários anteriores, observamos uma dinâmica de crescimento da tomada de decisão à medida em que os cenários de implementação ficam mais restritos do ponto de vista regulatório, partindo de uma demanda total estimada em 33% no cenário tendencial, 37% no governamental, 78% no mercadológico e chegando a 83% neste último cenário.

Desta maneira, este estudo demonstrou duas vertentes. Em primeiro lugar, poucos produtores rurais tendem regularizar o passivo ambiental por opção (sem pressão), apesar dos benefícios da RL. Em segundo, as grandes razões na qual os produtores tomariam uma decisão positiva seria baseada em combinação de fatores econômicos (e.g., restrições ou impedimento da comercialização de produtos agropecuários) e políticos (e.g., condicionantes para acesso à crédito rural, acordos com o comércio), conforme indicado na Figura 21, vários municípios apresentaram demanda superior a 80%.

Quando o assunto é ações que mobilizam os proprietários rurais na regularização do déficit de RL, a combinação governo e mercado se mostrou mais forte, fato esse confirmado neste cenário. Assim, a demanda por restauração/compensação de RL, com os respectivos limites superiores e inferiores de mudança para os municípios, podem ser vistos da Figura 22.

Verifica-se que a tomada de decisão dos produtores rurais é moldada por influências socioeconômica-ambiental e políticas sobre o ambiente de convívio desses agentes. Como remate é importante frisar que a ações condutoras é imprescindível para a regularização da RL, pois, além de influenciar serão determinantes no processo de adesão da regularização. Do contrário, os produtores continuarão no constante descumprimento dos padrões ambientais.

Figura 21 - Demanda por regularização dos produtores com passivo no cenário governo e mercado por município.

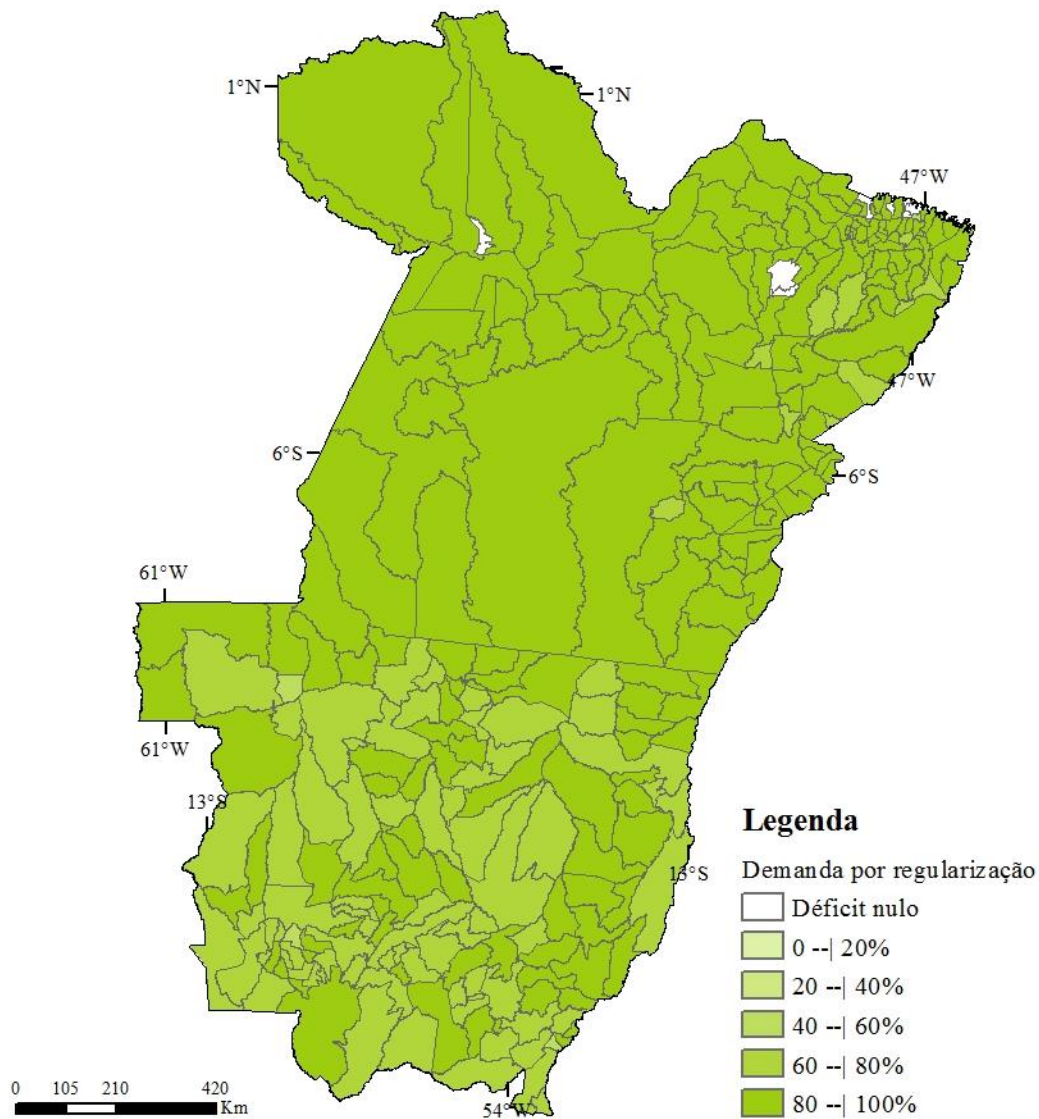


Figura 22 - Demanda provável de área para restauração/compensação do déficit de RL por município e intervalo de confiança no cenário governo e mercado.

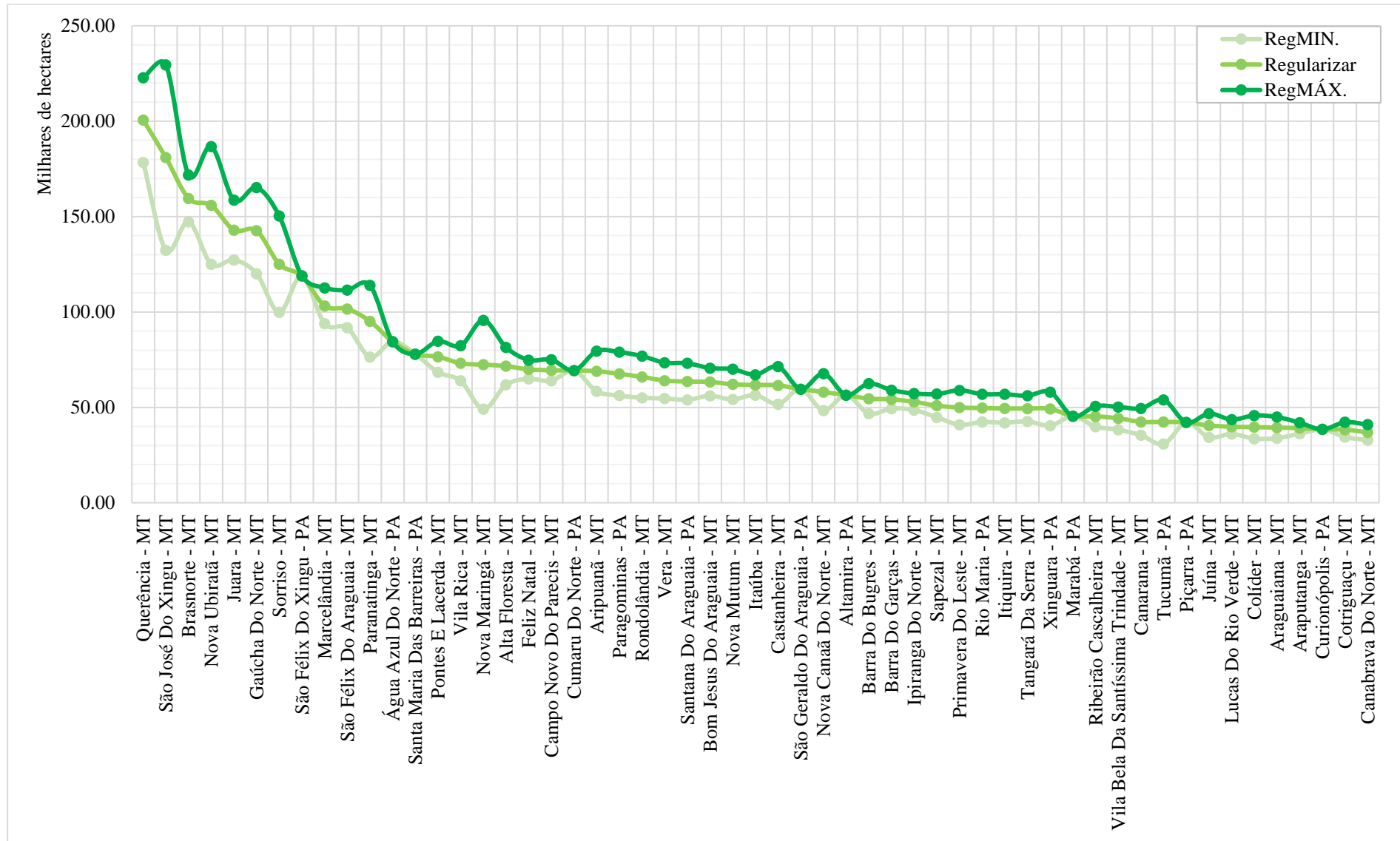


Figura 22 - (Continuação).

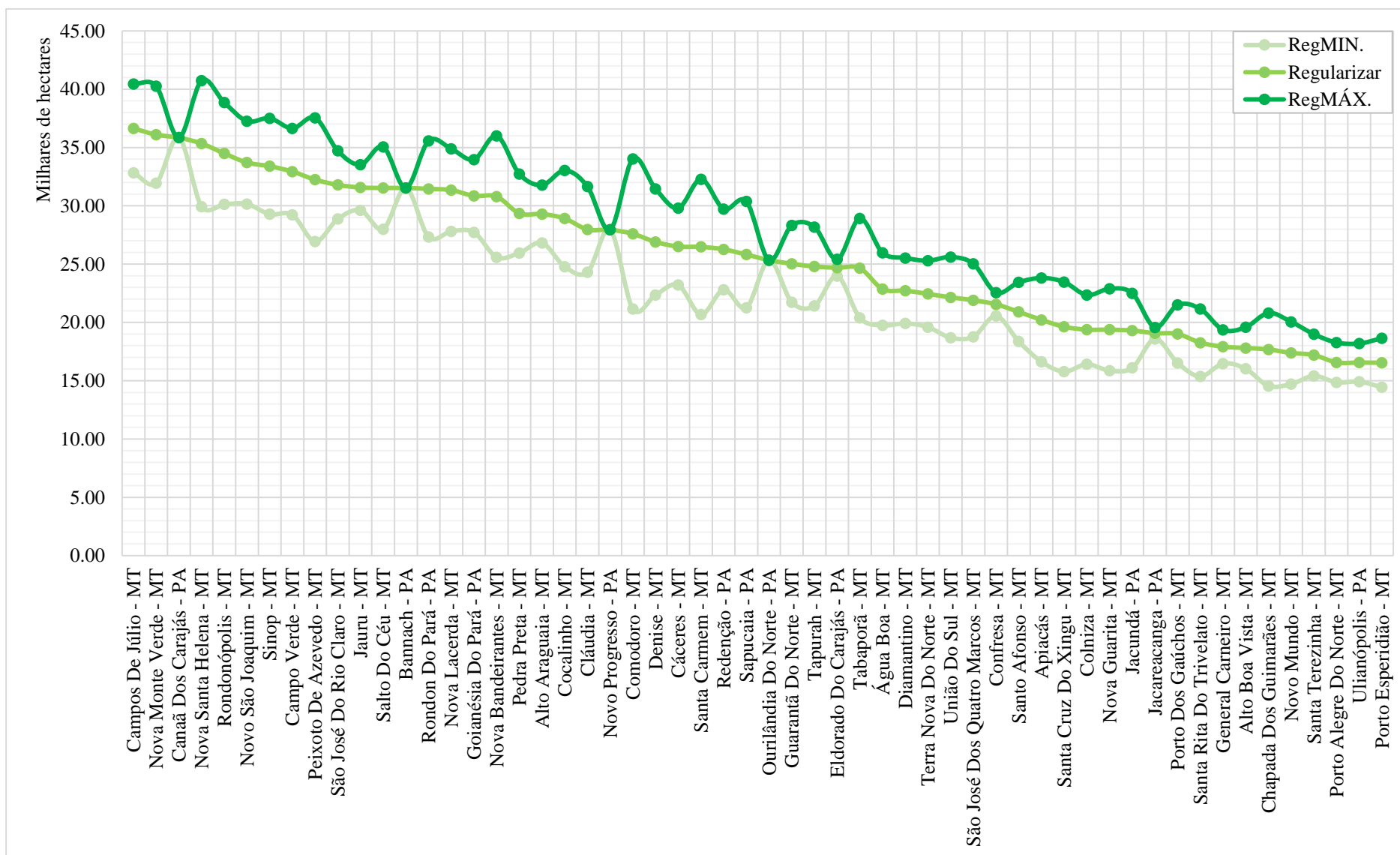


Figura 22 - (Continuação).

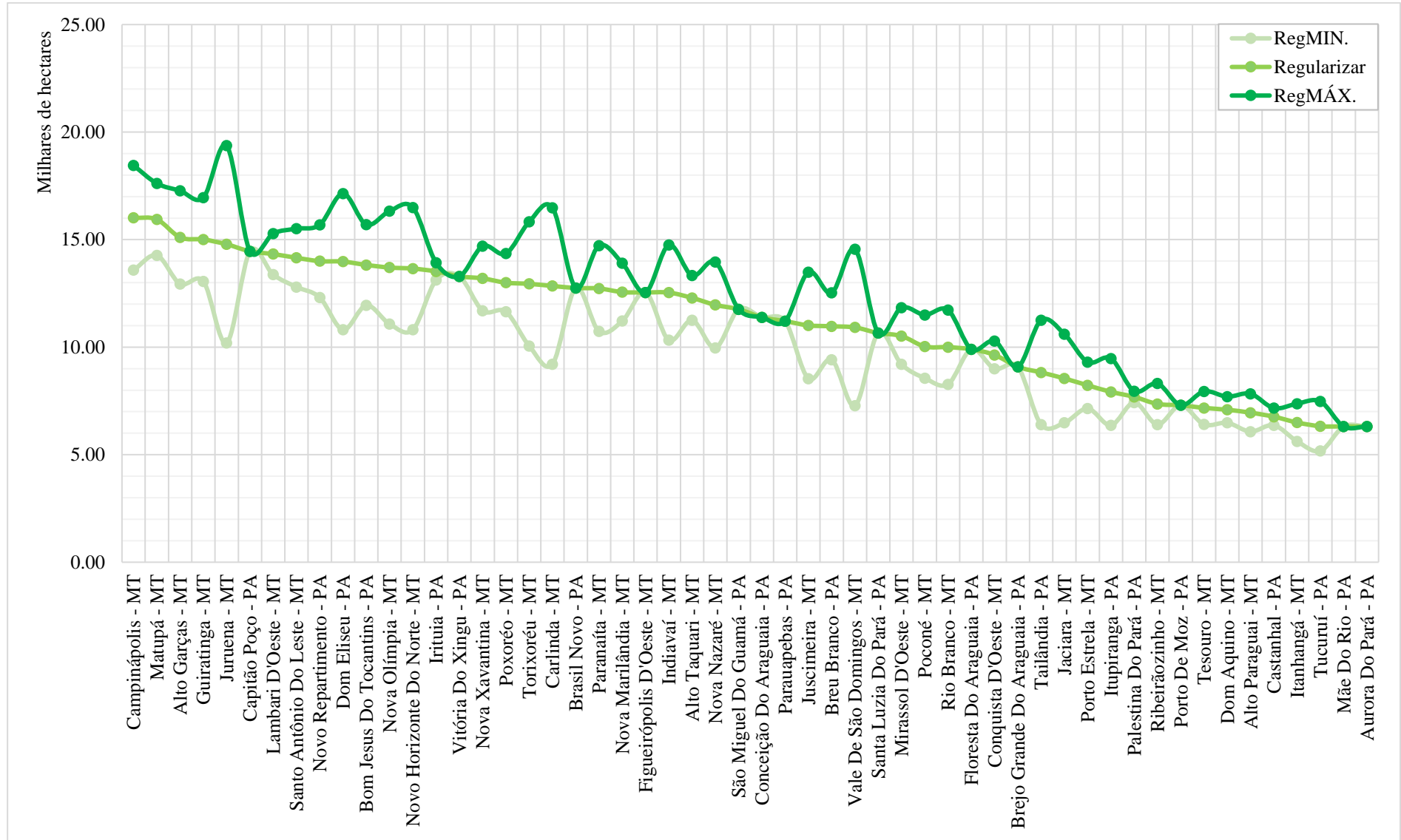


Figura 22 - (Continuação).

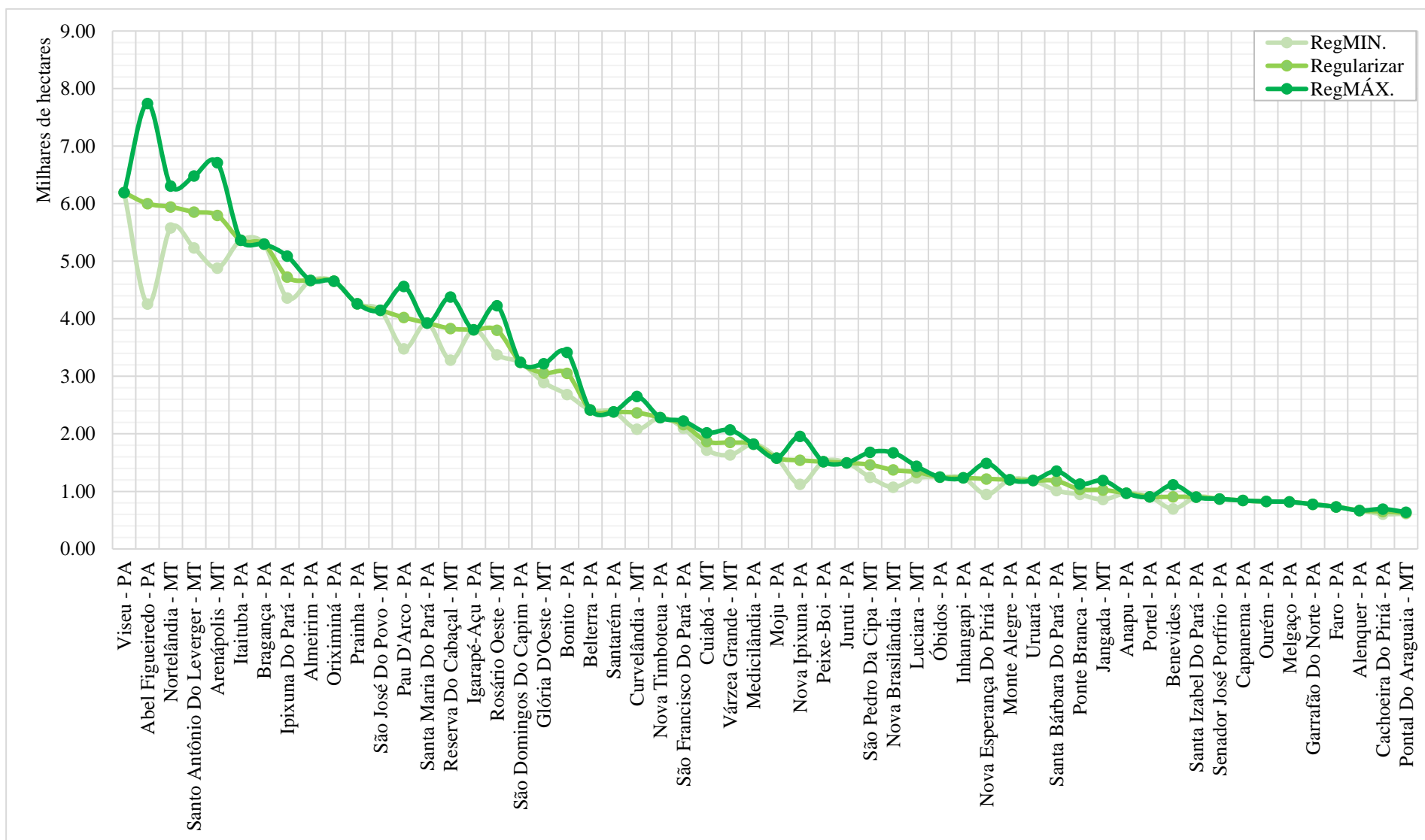
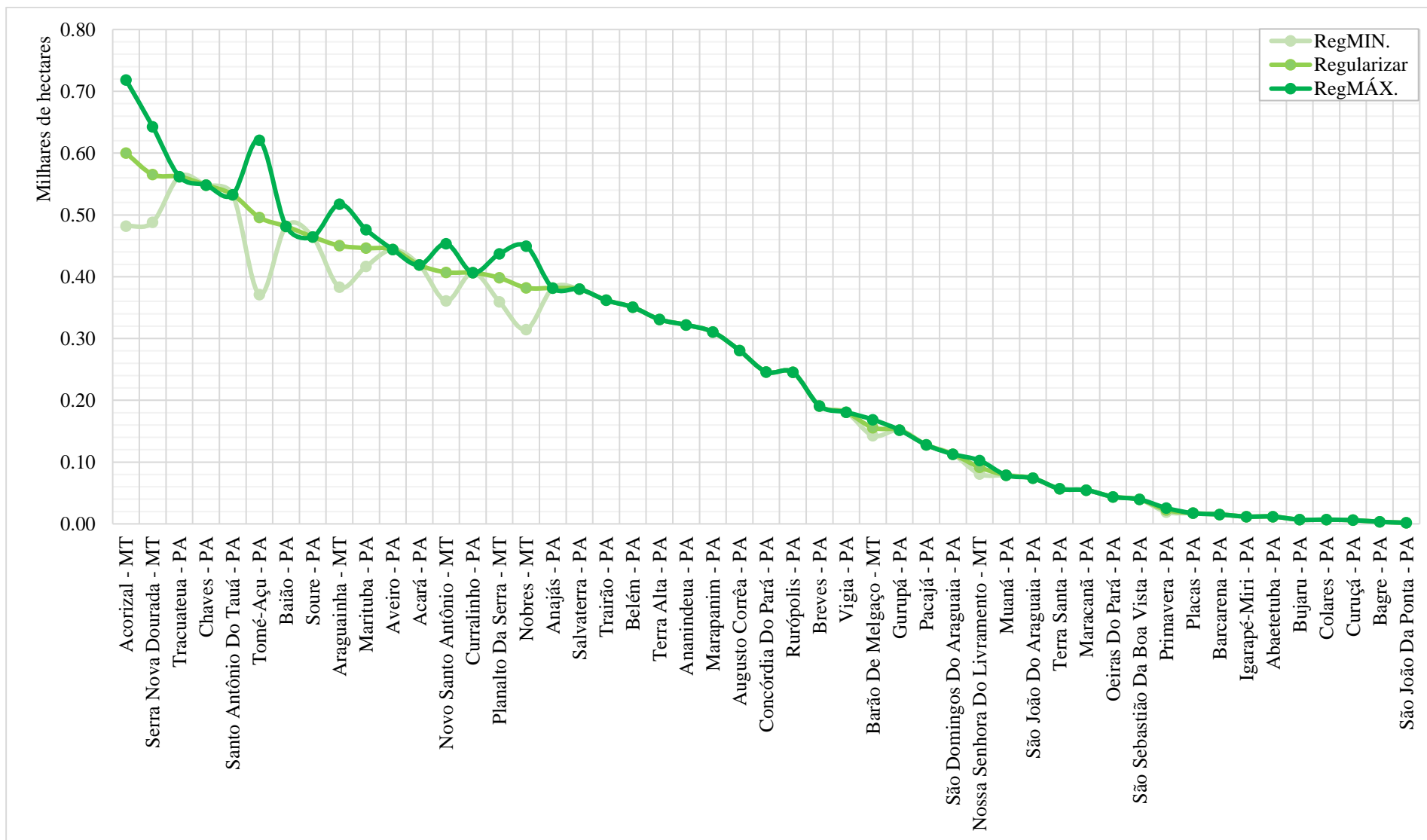


Figura 22 - (Continuação).



4.2 PERFIS DOS PRODUTORES RURAIS

As alternativas declaradas pelos produtores rurais nas entrevistas, apontam quatro categorias de tomada de decisão (positiva, condicional, imprecisa e negativa) em termos de regularização do passivo de Reserva Legal, conforme apresenta a Tabela 13.

Tabela 13 - Disposição de tomada de decisão observada em entrevistas com produtores rurais.

Disposição	Porcentagem	Classificação do grupo
Regularizar	6%	Proativo avesso ao risco
Condicional ao governo	44%	Reativo às políticas públicas
Condicional ao mercado	9%	Reativo ao mercado
Dúvida	32%	Discreto e vigilante
Não regularizar	9%	Contrário à legislação

A partir das análises quali-quantitativas que combinaram as declarações dos produtores, a árvore de decisão gerada e as características socioeconômica-ambiental, foi traçado os segmentos de perfis dos produtores rurais em cada categoria de tomada de decisão, conforme descrito nas próximas subseções.

4.2.1 Tomada de decisão

4.2.1.1 Positiva

Os produtores que declararam estarem dispostos a tomar as medidas necessárias para regularizar, já possuem o CAR ou estão providenciando, o conhecimento sobre o Código Florestal varia de “muito pouco” a “razoável” (Tabela 14). São relativamente mais jovens e de meia-idade (≤ 52 anos) — pretendem trabalhar por mais anos na área consolidada já que são produtores de até meia-idade e não querem correr o risco de uma penalização (e.g., multas, dificuldades na venda dos produtos, entre outras) —, possuem terras com menor valor (≤ 2.548 R\$/ha). Por outro lado, o preço da terra e a renda relativo ao hectare de passivo são maiores ($>10,6$ R\$/ha/ha e $>67,4$ R\$/mês/ha, respectivamente), ou seja, esses produtores têm menor quantidade de passivo de RL — consequentemente, terão menor custo para a regularização do déficit de RL se comparado com outros produtores com maior passivo.

Tabela 14 - Fatores determinantes da decisão positiva.

Fatores determinantes	Resumo do perfil
Idade	Meia-idade
Escolaridade	Bom nível de escolaridade;
Tamanho do imóvel	Médio e grande porte;
Tamanho do passivo	Aproximadamente 19% do imóvel;
Atividade principal	Pecuária;
Inscrição no CAR	Possuem ou estão providenciando;
Conhecimento Código Florestal e CAR	Varia de “muito pouco a razoável”.

Outro indicativo de fatores que influenciariam esses produtores a regularizar, é o fato da terra ser barata, logo, poderão comprar outro imóvel com floresta para compensação²². Assim, podemos chamar esse grupo de “proativo avesso ao risco”, já que tomam a decisão sem uma pressão externa direta²³. Se enquadram também como “ativos”, pois adotam medidas voluntariamente, tanto visando a proteção do ambiente quanto por razões financeiras (MORRIS; POTTER, 1995).

4.2.1.2 Condicional

Mais da metade dos possuidores de passivo de RL declararam regularizar mediante condicionantes, podemos nomear esse grupo de “reativos”, já que reage à pressão do governo e/ou de mercado (e.g., exigências de regularização para a comercialização de produtos agropecuários). Também podem ser considerados “não adotantes condicionais” já que participariam em algumas circunstâncias (MORRIS; POTTER, 1995).

Os produtores que declararam regularizar mediante exigência governamental, já estão inscritos no CAR ou o farão quando o governo exigir, o conhecimento sobre a Lei varia de “nada” a “bom”, possuem terras com menor preço ($\leq 2.547,95$ R\$/ha), tanto maior quanto menor preço da terra relativo ao passivo e faixa etária mista (Tabela 15).

²² É o caso de diversos produtores no Pará que possuem tanto imóvel com déficit, quanto com excedente de RL que poderá ser utilizado para compensar.

²³ Em outras palavras, estes produtores sabem que a Lei exige a regularização e que mais cedo ou mais tarde poderão ser cobrados, então decidem por se adequarem às normas e não correr o risco de ter “dor de cabeça” mais adiante.

Tabela 15 - Fatores determinantes da decisão condicional ao governo.

Fatores determinantes	Resumo do perfil
Idade	Diversificada (todas as faixas etárias);
Escolaridade	Diversificada (todas os níveis de escolaridade);
Tamanho do imóvel	Médio e grande porte;
Tamanho do passivo	Aproximadamente 50% do imóvel;
Atividade principal	Pecuária;
Inscrição no CAR	Possuem ou farão quando o governo exigir
Conhecimento sobre o Código Florestal	Varia de “nada a bom”.

Enquanto no segundo grupo, os que reagem à pressão de mercado, são possuidores de terras com maiores valores, todos já se inscreveram no CAR e possuem idade menor ou igual a 59 anos (Tabela 16). Esses produtores seriam chamados de “passivos” já que adotam as medidas principalmente por razões financeiras (MORRIS; POTTER, 1995).

Tabela 16 - Fatores determinantes da decisão condicional ao mercado.

Fatores determinantes	Resumo do perfil
Idade	Meia-idade;
Escolaridade	2º grau incompleto ou completo;
Tamanho do imóvel	Médio e grande porte;
Tamanho do passivo	Aproximadamente 30% do imóvel;
Atividade principal	Pecuária;
Inscrição no CAR	Possuem;
Conhecimento Código Florestal e CAR	Muito pouco.

4.2.1.3 Imprecisa

Esse grupo de produtores atrai atenção e merece destaque, pois quase $\frac{1}{3}$ dos entrevistados com passivo de RL estão presentes nesta categoria. São bem instruídos e possuem bom nível de conhecimento sobre o Código Florestal (Tabela 17), todavia, temem a insegurança jurídica. Assim, podemos chamá-los de “discretos e vigilantes”, pois possuem dúvidas e preferem não declarar seu posicionamento/interesse acerca da regularização, ficam “observando” enquanto aguarda os acontecimentos.

Tabela 17 - Fatores determinantes da decisão imprecisa.

Fatores determinantes	Resumo do perfil
Idade	Diversificada (todas as faixas etárias);
Escolaridade	Bem instruídos;
Tamanho do imóvel	Médio e grande porte;
Tamanho do passivo	Aproximadamente 50% do imóvel;
Atividade principal	Pecuária, agricultura ou ambas;
Inscrição no CAR	Podem ter ou não;
Conhecimento Código Florestal e CAR	Varia de “nada a bom”.

Isto é resultante de um cenário de incertezas das normas regulatórias, tornando-se um fator preocupante, pois poderá ser um potencial problema, visto que os membros deste grupo estão presentes nos mais diversos perfis de produtores. Neste contexto, entendemos que a ação destes produtores vai depender de um esclarecimento não só de estratégia de implementação bem como de regulação, rigorosamente falando, o quão bem e de maneira clara vai ser a regulamentação do Código Florestal. O que a priori ainda é algo que está meio flutuando, em outras palavras, existe uma insegurança jurídica da qual os produtores rurais estão desconfiados, e por isso, preferem aguardar.

4.2.1.4 Negativa

Vários produtores que declararam não regularizar, já se inscreveram no CAR, mas têm um baixo nível de informação sobre a Lei. Possuem terras com preço mais alto (>2.547,95 R\$/ha) e o passivo médio de RL é grande, como consequência, a regularização teria maior custo. Além disso, são pioneiros (mais velhos) e a princípio não pretendem mexer com questões burocráticas (Tabela 18). Desta forma, classificamos este perfil de produtores como “contrário à legislação”, ou ainda segundo Morris e Potter (1995) como “não adotantes resistentes”.

Tabela 18 - Fatores determinantes da decisão negativa.

Fatores determinantes	Resumo do perfil
Idade	Mais velhos;
Escolaridade	1º e 2º grau completo;
Tamanho do imóvel	Médio e grande porte;
Tamanho do passivo	Aproximadamente 30% do imóvel;
Atividade principal	Pecuária e agricultura;
Inscrição no CAR	Possuem;
Conhecimento Código Florestal e CAR	Varia de “muito pouco a razoável”.

4.2.2 Percepção

De modo geral, observou-se certa desmotivação dos produtores quando se refere à legislação ambiental e os fatores são: (1) por discordarem das exigências de alto percentual da RL, contradição entre políticas de colonização no passado e ambiental atualmente — também observado por Schmidt e Mcdermott (2014) — e (2) o alto custo de regularização. Se por um lado, alguns produtores não concordam com os percentuais exigidos para a RL e veem estas áreas como barreira ao desenvolvimento (SPAROVEK et al., 2012), por outro lado, vários produtores conseguem identificar a importância da preservação da vegetação nativa — tanto como serviços de provisão (e.g., disponibilidade de água para abastecimento e madeira para uso na propriedade), de suporte (e.g., ciclagem de nutrientes, formação de solos) e de regulação (e.g., microclima), como cultural (e.g., beleza cênica, patrimônio, *status*).

Foi possível observar relatos de produtores — especialmente os maiores com passivo de RL — que independente da Lei, eles precisam seguir as exigências do mercado para conseguir vender seus produtos (e.g., soja e boi). Todavia, cumprir com os requisitos da moratória da soja e da carne, por exemplo, não necessariamente significa estar em conformidade com as exigências do Código Florestal, em termos de RL (AZEVEDO; STABILE; REIS, 2015). Requisitos de mercado são movidos não somente por pressões externas como movimento ambientalista, consumidores etc., mas também pelo Poder Público (e.g., ministério público, IBAMA²⁴). Somando-se a isto, é possível que exista uma relação entre as cobranças de mercado com as do governo (e.g., existência do CAR para a venda da soja e do boi em grandes frigoríficos).

²⁴ Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis.

Quando o assunto é a preferência pelo tipo de regularização do déficit de RL, foi possível constatar na visão de alguns produtores, principalmente pecuaristas, a escolha seria o cercamento de áreas com baixa produtividade e/ou de difícil acesso — especialmente as áreas que apresentam maiores custos para a reforma da pastagem (e.g., terrenos com topografia muito acidentada e/ou presença de muitas pedras na superfície) —, outros pensam em adotar o sistema de semiconfinamento (fornecimento de concentrado para bovinos mantido em pastagens) ou a compra de um imóvel florestado no mesmo bioma para compensar o déficit de RL. Só que isto, estaria ligado sobretudo a pressão mercadológica e ao incentivo governamental. Todavia, esse fato nos remete a outro problema, o desafio dos estados na regulamentação do processo de regularização do déficit de RL e a elaboração de políticas públicas de incentivos à essa prática.

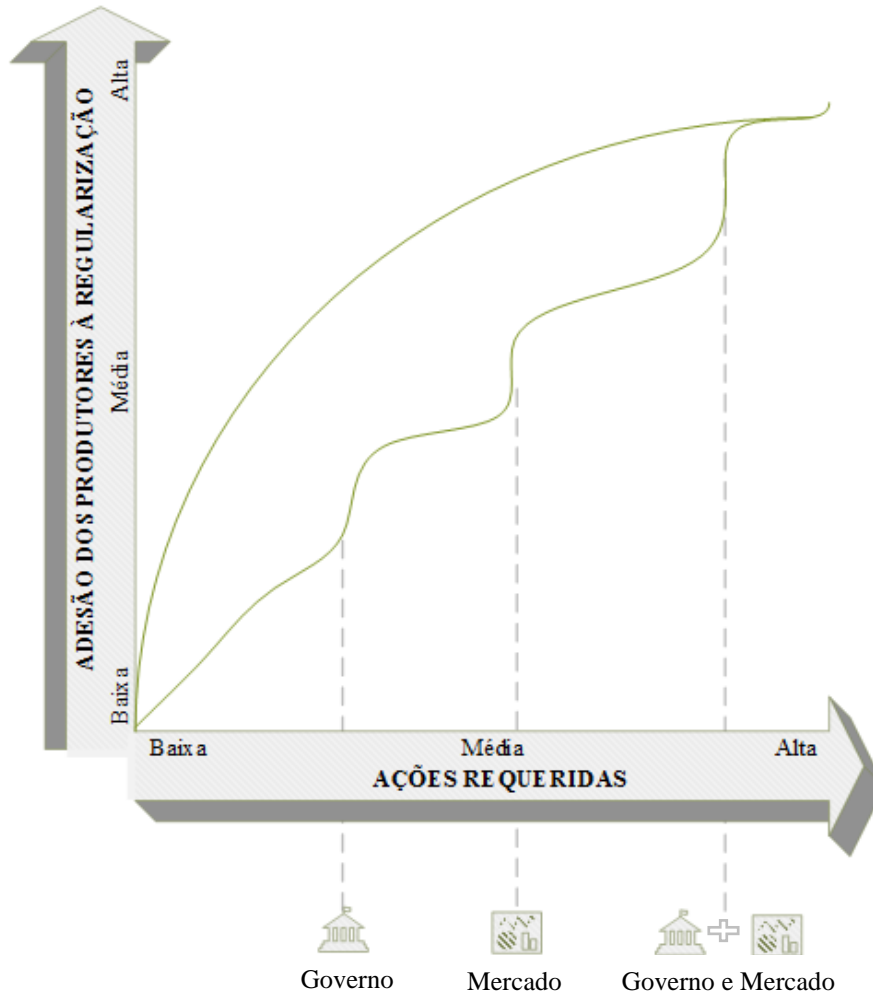
Já os entrevistados com ativo que demonstraram interesse pelo mecanismo de “aluguel da floresta em pé” — ver mais em Rajão et al. (2015) e Sparovek (2012) —, a CRA, abordaram que apesar do pouco conhecimento acerca do mecanismo “parece ser um instrumento interessante”, pois permitiria àqueles que possuem florestas em excesso a ganhar dinheiro “como se fosse um bônus pela preservação e ainda por cima ajudaria alguém irregular”. Mas, enfatizam ainda que por ser uma “questão nova” e tudo que é novo gera uma certa insegurança, então, “a princípio é um pouco difícil de entender”.

Neste sentido, levantaram a questão da disseminação do conhecimento aos possuidores de imóveis rurais, tendo em vista que a falta de informação, afeta a decisão dos produtores na adoção de práticas de conservação (GUILLEM; BARNES, 2013). Esse, ainda é um fator que dificulta grande parte do cumprimento efetivo das políticas públicas ambientais, interferindo diretamente no desempenho dos instrumentos de controle do desmatamento. Diante disso, fica claro a necessidade de equipes que levem essas informações de forma explicada até as comunidades, isto, poderia influenciar positivamente na implementação das políticas públicas ambientais, pois estas pessoas passariam a conhecer as vantagens/benefícios, tanto ambientais quanto econômicos e sociais de tais políticas. Com isso, aqueles produtores rurais que hoje são vistos como um dos vilões do desmatamento, poderiam se tornar grandes aliados da conservação florestal.

Em linhas gerais, as entrevistas permitiram entender uma parcela da dinâmica futura da regularização do passivo de RL pelos agentes decisores (produtores rurais) a partir de seus desejos, que por sua vez está diretamente ligada as exigências de organismos determinantes (governo e mercado). Baseando nisto, e nas características socioeconômica-ambiental dos produtores no Pará e Mato Grosso por meio dados secundários, é possível observar que o grau

de adesão dos produtores tende a crescer a medida que ações de intensificação da regulação sejam adotadas, conforme apresenta a Figura 23.

Figura 23 - Dinâmica da tomada de decisão dos produtores rurais.



5 CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES

Estes resultados são alguns exemplos do que pode ser obtido a partir da combinação de árvore de decisão construída por meio de entrevistas e aplicadas em dados secundários do Censo Agropecuário e balanço do Código Florestal para estimar a demanda por restauração/compensação a partir da tomada de decisão do produtor. Pois, diante da complexidade do ambiente englobante à decisão do produtor rural em regularizar o passivo de RL, é de fundamental importância tanto na visão sistêmica (*top-down*) quanto das partes constituintes (*bottom-up*).

Tão importante quanto o conhecimento das atitudes que levam os produtores à tomarem uma decisão é a dimensão da preferência desses produtores por uma alternativa dado um conjunto delas, para a formulação de estratégias que envolvem os agricultores nos esforços de conservação, pois, do contrário, o processo resultante de uma tentativa de conservação unilateral (governo → produtor)²⁵ ao invés de bilateral (governo ↔ produtor), incide diretamente no insucesso do planejamento ambiental rural. Assim, a análise dos agentes decisores de regularização não deve se basear em modelo meramente quantitativo e sim partindo de uma abordagem qualitativa baseando-se em fatores contextuais para quantificar a demanda, conforme sugere Reimer, Thompson e Prokopy (2012).

O agronegócio vem crescendo no cenário mundial e também vários estudos da tomada de decisão dos produtores rurais neste âmbito. Em contraste, a decisão no campo da regularização ambiental, em especial o déficit de RL não é muito estudada no Brasil. Assim, faz-se necessário realizar pesquisas nesta área. Desse modo, este trabalho buscou entender as atitudes dos produtores em termos de regularização, no entanto, ainda é clara a necessidade de mais e melhor explorar a tomada de decisão dos produtores em regularizar o déficit de RL — no Pará e Mato Grosso, e no Brasil como um todo. Para isto, existe uma grande variedade de metodologias como a modelagem e simulação baseada em agente, teoria dos jogos, lógica *fuzzy* e outras que podem facilitar e melhorar a análise de cenários regulatório.

Aqui, concentramos em integrar diferentes abordagens subjetivas e objetivas — do ponto de vista de base de dados, em escala, tempo e precisão — no modelo conceitual. Em particular, outros métodos poderiam ter sido adotados, o que certamente forneceria outros frutos. Todavia, o enfoque social tem ganhado destaque em modelagem geoespacial e tomada de decisão, além disso, as informações acerca das percepções dos produtores em termos de

²⁵ Governo formula as leis e exige o cumprimento do produtor.

regularização do déficit de RL é sem dúvida um bom começo para estudar a dinâmica da cobertura do solo, e da restauração de passivo florestal.

Por sua vez, a análise das dimensões sociais, econômicas, ambientais e políticas do meio em que os produtores estão inseridos, permitiu, especialmente, verificar tendências de comportamento dos produtores nos principais cenários de implementação do Código Florestal aqui considerado, o que pode ser fundamental para o planejamento ambiental. Além disso, o uso de entrevistas com produtores rurais para a análise destas dimensões por meio de árvore de decisão aliada ao uso de dados censitários e balanço do passivo de RL nos municípios, se mostrou valiosa para a compreensão de atitudes dos produtores rurais em situações abstratas/hipotéticas em termos de adequação ambiental do passivo de RL. Apesar da limitação dos dados trazer uma resposta imprecisa, eles indicam que a tomada de decisão em regularizar condicionada ao mercado é a que mais impactará na demanda por restauração/compensação de RL nos estados do Pará e Mato Grosso e em junção com exigência do governo, ganham maior vigor.

Tomada de decisão positiva - Importante ressaltar que apesar do resultado ser coerente com observações de campo, esse perfil teve poucas amostras e falhou na validação quantitativa da árvore. Desse modo, destacamos que apesar do resultado no cenário tendencial ser coerente com observações de campo, o perfil dos tomadores de decisão positiva teve poucas amostras e falhou na validação quantitativa da árvore. Além disso a abordagem adotada tende a superestimar a demanda provável por regularização, pois mostra o desejo dos produtores em regularizar diante das condições de cada cenário — uma coisa é querer regularizar e outra é ter condição econômica de regularizar, tendo em vista os custos da compensação (e.g., CRA ou aquisição e manutenção de outra terra) e/ou da restauração/regeneração natural (e.g., cercamento, plantio de mudas). Assim, futuras pesquisas envolvendo a capacidade econômica do produtor na adequação do passivo de RL e os registros do CAR são fundamentais para melhorar essas estimativas de demanda por regularização.

Não é nenhuma novidade que a adequação do déficit de RL é um desafio comum em todo Brasil, em especial na Amazônia devido os altos percentuais. Uma vez que, para as áreas em que o percentual de 80% for aplicável, o produtor terá que manter para cada hectare desmatado (uso alternativo), quatro hectares com floresta (sendo proibido o corte raso, ou seja, é permitido a derrubada de algumas árvores — manejo florestal sustentável, conforme autorização do órgão ambiental) (BRASIL, 2012a).

Isto demonstra a necessidade de políticas de regulamentação comercial (acordos e restrições no comércio interno/externo de produtos agropecuários) e técnica (diretrizes de

regularização do déficit de RL, disponibilidade de fontes de apoio, incentivos financeiro e de conhecimento para a regularização e manejo sustentável), na responsabilização (financeira, social, administrativa). Além da política de informação — uma vez que o conhecimento do ambiente é uma das dimensões determinantes no comportamento (KAISER, WOLFING KAST; FUHRER, 1999), bem como, o entendimento das políticas — e clima de estabilidade e confiança. Um bom encaminhamento desses pontos é crucial para a ampliação da gestão ambiental rural do país nos próximos anos.

Para tanto, destacamos o papel essencial da existência de políticas públicas favoráveis à adoção de conservação, sobretudo, às áreas de RL. Bem como o impacto positivo da governança sobre a demanda por restauração/compensação destas áreas, uma vez que, os produtores são os agentes que lidam diretamente com a conservação da RL. Logo, o produtor faz a diferença, mas, ele sozinho não faz a mudança. É preciso que haja incentivos. E quais são os incentivos atuais? O trabalho mútuo é indispensável, por parte dos agentes e organismos para lidar com os percalços da não conformidade por questões de percepções, entre outras. Além disso, “[...] é necessário romper o paradigma de que a preservação da natureza impede o crescimento econômico”²⁶. Embora esta reflexão/visão ainda seja criticada por muitos no setor do agronegócio.

Apesar de ainda existir claramente a necessidade de refinamento neste modelo, para melhor associar o comportamento dos produtores com a modelagem espacialmente explícita, de modo a estimar a demanda por regularização incorporando a abordagem dinâmica temporal, com a finalidade de tornar o modelo dinâmico, já que os produtores não são estáticos, são agentes que tomam suas próprias decisões e podem mudar de ideia com o passar do tempo e/ou uma condição de ambiente. Todavia, esta pesquisa é um importante ponto de partida em termos de reflexão sobre a tomada de decisão dos produtores rurais quanto à regularização ambiental do passivo de RL e como abordagens iniciais para futuros trabalhos — mesmo não sendo possível afirmar que os resultados são representativos — acerca desta discussão.

²⁶ Roberto Klabin, vice-presidente para o Mar da Fundação SOS Mata Atlântica, à ECO-21. Revista Ecológico. Ed. Toda Lua Cheia, ago./2015.

REFERÊNCIAS

- AALDERS, I. H.; AITKENHEAD, M. J. Agricultural census data and land use modelling. **Computers, Environment and Urban Systems**, v. 30, n. 6, p. 799–814, nov. 2006.
- ADAMOWICZ, W.; LOUVIERE, J.; WILLIAMS, M. Combining revealed and stated preference methods for valuing environmental amenities. **Journal of Environmental Economics and Management**, v. 26, p. 271–292, 1994.
- ALBARRACIN, D.; JOHNSON, B.; ZANNA, M. **Handbook of Attitudes**. 1. ed. [s.l.] Lawrence Erlbaum Associates, 2005. v. 53
- ALSTON, L. J.; MUELLER, B. Legal Reserve Requirements in Brazilian Forests: Path Dependent Evolution of De Facto Legislation. **Revista Economia**, v. 8, n. 4, p. 25–53, 2007.
- ATARI, D. O. A. et al. What motivates farmers to participate in the Nova Scotia environmental farm plan program? Evidence and environmental policy implications. **Journal of Environmental Management**, v. 90, n. 2, p. 1269–1279, 2009.
- AZEVEDO, A. A. et al. Cadastro Ambiental Rural e sua influência na dinâmica do desmatamento na Amazônia Legal. **Boletim Amazônia em Pauta**, v. 3, p. 1–16, 2014.
- AZEVEDO, A. A.; STABILE, M. C. C.; REIS, T. N. P. Commodity production in Brazil: Combining zero deforestation and zero illegality. **Elementa: Science of the Anthropocene**, v. 3, n. 1, p. 12, 2015.
- BACHA, C. J. C. O uso de recursos florestais e as políticas econômicas brasileiras: uma visão histórica e parcial de um processo de desenvolvimento. **Estudos Econômicos**, v. 34, n. 2, p. 393–426, 2004.
- BACK, K. W. et al. **Interpretive Biography**. Newbury Park, California: Sage Publications Inc., 1991. v. 20
- BANTAYAN, N. C.; BISHOP, I. D. Linking objective and subjective modelling for landuse decision-making. **Landscape and Urban Planning**, v. 43, n. 1–3, p. 35–48, dez. 1998.
- BARRETO, P.; ARAÚJO, E. **O Brasil Atingirá sua Meta de Redução do Desmatamento ?** [s.l.: s.n.]. v. 1
- BENATTI, J. H. Internacionalização da Amazônia e a questão ambiental: o direito das populações tradicionais e indígenas à terra. **Revista Amazônica Legal de estudos sócio-jurídico-ambientais**, v. 1, n. 1, p. 23–29, 2007.
- BERNARDO, K. T. **Análise do êxito dos sistemas estaduais de gestão de reservas legais com foco no mecanismo de compensação**. [s.l.] Universidade de São Paulo, 2010.
- BERNASCONI, P. **Custo-efetividade ecológica da compensação de reserva legal entre propriedades no estado de São Paulo**. I Prêmio Serviço Florestal Brasileiro em Estudos de Economia e Mercado Floresta. 2014.
- BERNASCONI, P.; ROMEIRO, A. R. **A compensação como instrumento para alocação de Reserva Legal : estudo de caso no município de Marcelândia-MT**IX Encontro da Sociedade Brasileira de Economia Ecológica. **Anais...**2011
- BOHNET, I. C. et al. A typology of graziers to inform a more targeted approach for developing natural resource management policies and agricultural extension programs. **Land Use Policy**, v. 28, n. 3, p. 629–637, 2011.

BRASIL. **Decreto nº 8.235, de 5 de maio de 2014.** Estabelece normas gerais complementares aos Programas de Regularização Ambiental dos Estados e do Distrito Federal [...]. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2014/Decreto/D8235.htm>. Acesso em: 20 fev 2015.

BRASIL. **Lei 12.651, de 25 de maio 2012.** Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa [...], 2012a. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm>. Acesso em: 5 maio. 2014

BRASIL. **Decreto Nº 7.830, De 17 De Outubro De 2012.** Dispõe sobre o Sistema de Cadastro Ambiental Rural, o Cadastro Ambiental Rural, estabelece normas de caráter geral aos Programas de Regularização Ambiental [...] Brasil, 2012b. Disponível em: <<http://www.car.gov.br/leis/LEI12651.pdf>>. Acesso em: 30 dez. 2014

BRASIL. **Estatuto da Terra.** Lei nº 6.746, de 10 de dezembro de 1979. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/1970-1979/L6746.htm>. Acesso em: 12 jun 2015.

BRASIL. **Dispõe sobre a regulamentação dos dispositivos constitucionais relativos à reforma agrária...** Lei nº 8.629, DE 25 de fevereiro de 1993. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L8629.htm>. Acesso em: 12 jun 2015.

BREIMAN, L. et al. **Classification and Regression Trees.** Wadsworth, Belmont, California: Brooks/Cole Publishing, Monterey, 1984.

BRODT, S.; KLONSKY, K.; TOURTE, L. Farmer goals and management styles: Implications for advancing biologically based agriculture. **Agricultural Systems**, v. 89, n. 1, p. 90–105, 2006.

BROTHERTON, I. Farmer participation in voluntary land diversion schemes: Some observations from theory. **Journal of Rural Studies**, v. 5, n. 3, p. 299–304, 1989.

BURTON, R. J. F. Reconceptualising the “behavioural approach” in agricultural studies: A socio-psychological perspective. **Journal of Rural Studies**, v. 20, n. 3, p. 359–371, 2004.

BURTON, R. J. F. The influence of farmer demographic characteristics on environmental behaviour: A review. **Journal of Environmental Management**, v. 135, n. 0, p. 19–26, 2014.

CABRINI, S. M.; CALCATERRA, C. P. Modeling economic-environmental decision making for agricultural land use in Argentinean Pampas. **Agricultural Systems**, v. 143, p. 183–194, 2016.

CAMPOS, S. A. C.; BACHA, C. J. C. O custo privado da reserva legal. **Revista de Política Agrícola**, v. XXII, n. 2, p. 85–104, 2013.

CAPCAR. **Curso de capacitação para o Cadastro Ambiental Rural: linha do tempo CAR / Athila Leandro de Oliveira...** [et al.]. – Lavras: UFLA, 2014. 22 p. : il. - (Textos temáticos).

CELIO, E. et al. Farmers’ perception of their decision-making in relation to policy schemes: A comparison of case studies from Switzerland and the United States. **Land Use Policy**, v. 41, p. 163–171, 2014.

CLEMENT, C. R.; HIGUCHI, N. A Floresta Amazônica e o Futuro do Brasil. **Ciência e Cultura**, v. 58, n. 3, p. 6, 2006.

DARNHOFER, I.; SCHNEEBERGER, W.; FREYER, B. Converting or not converting to organic farming in Austria: Farmer types and their rationale. **Agriculture and Human Values**, v. 22, n. 1, p. 39–52, 2005.

- DAVIES, B. B.; HODGE, I. D. Farmers' preferences for new environmental policy instruments: Determining the acceptability of cross compliance for biodiversity benefits. **Journal of Agricultural Economics**, v. 57, n. 3, p. 393–414, 2006.
- DEFRANCESCO, E. et al. Factors affecting farmers' participation in agri-environmental measures: A northern Italian perspective. **Journal of Agricultural Economics**, v. 59, n. 1, p. 114–131, 2008.
- DOMINGUES, M. S.; BERMAN, C. O arco de desflorestamento na Amazônia: da pecuária à soja. **Ambiente & sociedade**, v. 15, n. 2, p. 1–22, 2012.
- EDWARDS-JONES, G. Modelling farmer decision-making: concepts, progress and challenges. **Animal Science**, v. 82, n. March 2007, p. 783–790, 2006.
- ESPINOSA-GODED, M.; BARREIRO-HURLÉ, J.; RUTO, E. What do farmers want from agri-environmental scheme design? A choice experiment approach. **Journal of Agricultural Economics**, v. 61, n. 2, p. 259–273, 2010.
- FASIABEN, M. D. C. R. et al. Impacto econômico da reserva legal sobre diferentes tipos de unidades de produção agropecuária. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 49, n. 4, p. 1051–1096, 2011.
- FELARDO, J.; LIPPITT, C. D. Spatial forest valuation: The role of location in determining attitudes toward payment for ecosystem services policies. **Forest Policy and Economics**, v. 62, p. 158–167, 2016.
- FERREIRA, L. V.; VENTICINQUE, E.; ALMEIDA, S. O desmatamento na Amazônia e a importância das áreas protegidas. **Estud. av.**, v. 19, n. 53, p. 157–166, 2005.
- GAMA, J.R.V. et al. Composição florística e estrutura da regeneração natural de floresta secundária de várzea baixo no Estuário Amazônico. **Revista Árvore**, 26, n.5, p.559-566, 2002
- GIBBS, H. K. et al. Brazil's Soy Moratorium. **Science - Policy Forum: Environment and Development**, v. 347, n. 6220, p. 377–378, 2014.
- GIBBS, H. K. et al. Did Ranchers and Slaughterhouses Respond to Zero-Deforestation Agreements in the Brazilian Amazon? **Conservation Letters**, v. 9, n. 1, p. 32–42, 2015.
- GREINER, R.; GREGG, D. Farmers' intrinsic motivations, barriers to the adoption of conservation practices and effectiveness of policy instruments: Empirical evidence from northern Australia. **Land Use Policy**, v. 28, n. 1, p. 257–265, 2011.
- GREINER, R.; PATTERSON, L.; MILLER, O. Motivations, risk perceptions and adoption of conservation practices by farmers. **Agricultural Systems**, v. 99, n. 2–3, p. 86–104, 2009.
- GUILLEM, E. E.; BARNES, A. Farmer perceptions of bird conservation and farming management at a catchment level. **Land Use Policy**, v. 31, p. 565–575, 2013.
- HALE, R. L. **Cluster analysis in school psychology: An example**. [s.l.] Pearson Addison-Wesley, 1981. v. 19.
- HARRIS, R. **Introduction to Decision Making**. VirtualSalt, 1980. Version Date: June 9, 2012. Disponível em: <<http://www.virtualsalt.com/crebook5.htm>>. Acesso em: 12 jul. 2016.
- HEWSTONE, M.; FINCHAM, F. D.; FOSTER, J. **Psychology**. 1. ed. [s.l.] The British Psychological Society and Blackwell Publishing Ltd, 2005.
- HYNES, S.; GARVEY, E. Modelling farmers' participation in an agri-environmental scheme using panel data: An application to the rural environment protection scheme in Ireland.

Journal of Agricultural Economics, v. 60, n. 3, p. 546–562, 2009.

IBGE. **Malha Municipal 2013: Pará e Mato Grosso**. Shapefile escala 1:250.000. 2013. Disponível em: <ftp://geofp.ibge.gov.br/malhas_digitais/municipio_2013/>. Acesso em: 20 set. 2014.

IBGE. **Estados@ Censo MT e Censo PA**. 2006a. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/estadosat/temas.php?sigla=mt&tema=censoagro>>. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/estadosat/temas.php?sigla=pa&tema=censoagro>>. Acesso em: 07 jun. 2015.

IBGE. **Tabela 1020** - Produtores na direção dos trabalhos dos estabelecimentos agropecuários [...]. 2006b. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?c=1020&z=t&o=3>>. Acesso em: 20 abr. 2015.

IBGE. **Tabela 1021** - Produtores na direção dos trabalhos dos estabelecimentos agropecuários [...]. 2006c. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?c=1021&z=t&o=3>>. Acesso em: 20 abr. 2015.

IBRE/FGV. Instituto Brasileiro de Economia da Fundação Getulio Vargas. **Preços de terras e arrendamentos agrícola e pecuária**. 2012.

IGARI, A. T.; TAMBOSI, L. R.; PIVELLO, V. R. Agribusiness opportunity costs and environmental legal protection: Investigating trade-off on hotspot preservation in the state of São Paulo, Brazil. **Environmental Management**, v. 44, n. 2, p. 346–355, 2009.

ILLUKPITIYA, P.; GOPALAKRISHNAN, C. Decision-making in soil conservation: Application of a behavioral model to potato farmers in Sri Lanka. **Land Use Policy**, v. 21, n. 4, p. 321–331, 2004.

IPAM. **Base de dados CAR registrados em 2012: Pará e Mato Grosso**. 2012.

KAISER, F. G.; WÖLFING, S.; FUHRER, U. Environmental Attitude and Ecological Behaviour. **Journal of Environmental Psychology**, v. 19, n. 1, p. 1–19, 1999.

KOTSIANTIS, S. B. Decision trees: A recent overview. **Artificial Intelligence Review**, v. 39, n. 4, p. 261–283, 2013.

LAMBERT, D. M. et al. Profiles of US farm households adopting conservation-compatible practices. **Land Use Policy**, v. 24, n. 1, p. 72–88, 2007.

LANDIS, J.R.; KOCH, G. G. The measurement of observer agreement for categorical data. **Biometrics**, 33: 159-174, 1977.

LIGTENBERG, A.; BREGT, A. K.; VAN LAMMEREN, R. Multi-actor-based land use modelling: Spatial planning using agents. **Landscape and Urban Planning**, v. 56, n. 1–2, p. 21–33, set. 2001.

LOHR, S. **Sampling: design and analysis**. Brooks/Cole, Cengage Learning. 2. ed. Arizona State University, 2010.

MAIO, G. R.; OLSON, J. M.; CHEUNG, I. Attitudes in social behavior. In: WEINER, I. B.; MILLON, T.; LERNER, M. J. (Eds.). **Handbook of psychology: Personality and social psychology**. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc, 2013. v. 5p. 275–304.

MARIOLA, M. J. Losing ground: Farmland preservation, economic utilitarianism, and the erosion of the agrarian ideal. **Agriculture and Human Values**, v. 22, n. 2, p. 209–223, 2005.

MARQUES, E. M.; RANIERI, V. E. L. Determinantes da decisão de manter áreas protegidas

em terras privadas: o caso das reservas legais do Estado de São Paulo. **Ambiente & sociedade**, v. 15, n. 1, p. 131–145, 2012.

MAY, P. H. et al. **Environmental reserve quotas in Brazil's new forest legislation: an ex ante appraisal**. [s.l.] Center for International Forestry Research (CIFOR), 2015.

METZGER, J. P. Bases biológicas para a “reserva legal”. **Ciência Hoje**, v. 31, n. 138, p. 48–49, 2002.

METZGER, J. P. O Código Florestal tem base científica? **Natureza e Conservação**, v. 8, n. 1, p. 92–99, 2010.

MICHALSKI, F.; NORRIS, D.; PERES, C. A. No return from biodiversity loss. **Science**, v. 329, n. 5997, p. 1282, 2010.

MICOL, L.; ABAD, R.; BERNASCONI, P. Potencial de aplicação da Cota de Reserva Ambiental em Mato Grosso. **Instituto Centro Vida**, p. 1–6, 2013.

MMA. **Plano Nacional de Recuperação da Vegetação Nativa (Planaveg)**. Versão Preliminar 20/11/2014. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/images/arquivo/80049/Planaveg/PLANAVEG_20-11-14.pdf>. Acesso em: 22 abr. 2015.

MORRIS, C.; POTTER, C. Recruiting the new conservationists – farmers adoption of agri-environmental schemes in the UK. **Journal of Rural Studies** 11, 51–63, 1995.

MURRAY-PRIOR, R. Modelling farmer behaviour: A personal construct theory interpretation of hierarchical decision models. **Agricultural Systems**, v. 57, n. 4, p. 541–556, 1998.

NAPIER, T.L. Soil and water conservation behaviors in the upper Mississippi River Basin. **Journal of Soil and Water Conservation** 56, 4: 279–285, 2001.

NATURE, W. Economic Reasons for Conserving. **Citeseer**, v. 297, n. 5583, p. 950–3, 2002.

NOWAK, P.; BOWEN, S.; CABOT, P. E. Disproportionality as a Framework for Linking Social and Biophysical Systems. **Society & Natural Resources**, v. 19, n. 2, p. 153–173, 2006.

NUSDEO, A. M. O. A compensação de reserva legal através de contrato de arrendamento e os incentivos à proteção florestal. **Revista de Direito Ambiental**, v. 12, n. 48, p. 30-45, 2007.

OLIVEIRA, S. J. DE M.; BACHA, C. J. C. Avaliação do cumprimento da reserva legal no Brasil. **Revista de Economia e Agronegócio**, v. 1, n. 2, p. 177–203, 2003.

PARÁ. **Decreto Nº 1052 DE 16/05/2014**. Dispõe sobre a obrigatoriedade do Cadastro Ambiental Rural - CAR-PA para a emissão da Guia de Transporte Animal no Estado do Pará - GTA e concessão de outras licenças e serviços estaduais. Disponível em: <<http://www.prpa.mpf.mp.br/news/2014/arquivos/19.05.caderno.01.07.pdf>>. Acesso em: 10 jun. 2015.

PENNA, A. G. **Percepção e realidade: introdução ao estudo da atividade perceptiva**. Rio de Janeiro, Imago, 1997.

POGGIANI, F. Estrutura, Funcionamento e Classificação das Florestas: Implicações Ecológicas das Florestas Plantadas. **Documentos Florestais**, n. 3, p. 1–14, 1989.

POPPENBORG, P.; KOELLNER, T. Do attitudes toward ecosystem services determine agricultural land use practices? An analysis of farmers' decision-making in a South Korean watershed. **Land Use Policy**, v. 31, p. 422–429, 2013.

- QUINLAN, J. R. Induction of Decision Trees. **Machine Learning**, v. 1, n. 1, p. 81–106, 1986.
- QUINLAN, J. R. **C4.5: Program for Machine Learning**. San Mateo, California: Morgan Kaufmann Publishers, Inc., 1993.
- RAJÃO, R.; SOARES-FILHO, B. **Cotas de reserva ambiental (CRA): potencial e viabilidade econômica do mercado no Brasil**. 1. ed. Belo Horizonte: IGC/UFGM, 2015.
- RALHA, C. G. et al. A multi-agent model system for land-use change simulation. **Environmental Modelling and Software**, v. 42, p. 30–46, 2013.
- REIMER, A. P.; THOMPSON, A. W.; PROKOPY, L. S. The multi-dimensional nature of environmental attitudes among farmers in Indiana: Implications for conservation adoption. **Agriculture and Human Values**, v. 29, n. 1, p. 29–40, 2012.
- RYAN, R. M.; DECI, E. L. Overview of self-determination theory: An organismic dialectical perspective. In DECI E. L.; RYAN R. M. (Eds.). **Handbook of self-determination research**. Rochester, NY: The University of Rochester Press, p. 3-33, 2002.
- ROTH, H.; BOTHA, N. Using Ethnographic Decision Tree Modelling to Explore Farmers' Decision-making Processes : A Case Study. **2009 NZARES Conference**, p. 18, 2009.
- SANTOS, A. A. DOS. **Paisagem do Parque Nacional da Serra da Canastra e de Sua Zona de Amortecimento - Mg: Análise de Padrões Espaciais a Partir de Árvore de Decisão e Métricas de Paisagem**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Minas Gerais, 2014.
- SCHMIDT, C. A.; MCDERMOTT, C. L. Deforestation in the Brazilian Amazon: Local Explanations for Forestry Law Compliance. **Social & Legal Studies**, v. 24, n. 1, p. 3–24, 2015.
- SCHULZ, N.; BREUSTEDT, G.; LATACZ-LOHMANN, U. Assessing Farmers' Willingness to Accept "Greening": Insights from a Discrete Choice Experiment in Germany. **Journal of Agricultural Economics**, v. 65, n. 1, p. 26–48, 2014.
- SELBACH, J. R. Atores sociais em conflito: o novo código florestal brasileiro. p. 87, 2013.
- SENADO FEDERAL. Nova lei busca produção com preservação. **Em discussão!**, v. 9, 2011.
- SILVA, J. S. DA; RANIERI, V. E. L. O mecanismo de compensação de reserva legal e suas implicações econômicas e ambientais. **Ambiente & Sociedade**, v. 17, n. 1, p. 115–132, 2014.
- SOARES-FILHO, B. et al. Cracking Brazil's Forest Code. **Science**, v. 344, n. April, p. 363–364, 2014a.
- SOARES-FILHO, B. S. et al. **Modelagem das Oportunidades Econômicas e Ambientais do Restauo Florestal sob o Novo Código Florestal. Relatório de Projeto**. Impacto de políticas públicas voltadas à implementação do novo Código Florestal. Centro de Sensoriamento Remoto – UFGM, Belo Horizonte - MG, 2014b.
- SOARES-FILHO et al. **Tabela com as estimativas de ativo e passivo de reserva legal por municípios**. Balanço Código Florestal. 2014c.
- SOLANO, C. et al. The role of personal information sources on the decision-making process of Costa Rican dairy farmers. **Agricultural Systems**, v. 76, n. 1, p. 3–18, 2003.
- SPAROVEK, G. et al. Brazilian agriculture and environmental legislation: Status and future challenges. **Environmental Science and Technology**, v. 44, n. 16, p. 6046–6053, 2010.

- SPAROVEK, G. et al. A revisão do Código Florestal brasileiro. **Novos Estudos - CEBRAP**, v. 89, n. 89, p. 111–135, 2011.
- SPAROVEK, G. et al. The revision of the brazilian forest act: Increased deforestation or a historic step towards balancing agricultural development and nature conservation? **Environmental Science and Policy**, v. 16, p. 65–72, 2012.
- SPAROVEK, G. Caminhos e escolhas na revisao do Código Florestal: quando a compensação compensa? **Visão agrícola**, v. 10, p. 25–28, 2012.
- STICKLER, C. M. et al. Defending public interests in private lands: compliance, costs and potential environmental consequences of the Brazilian Forest Code in Mato Grosso. **Philosophical transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological sciences**, v. 368, n. 1619, p. 20120160, 2013.
- STUURMAN, N.; VALE, R. D. **Impact of new camera technologies on discoveries in cell biology**. 3. ed. London: Morgan Kaufmann Publishers, Elsevier Inc., 2016. v. 231.
- TOKUNAGA, D. M.; CORRÊA, C. G. Modelagem e Simulação de Humanos. Cap. 3. In: PINHANEZ, C.; HUMES-JR, C. **Sistemas Humano-Computacionais**. Wikidot, 2011. Disponível em: <<http://sistemas-humano-computacionais.wikidot.com/capitulo:modelagem-e-simulacao-de-humanos#toc11>>. Acesso em: 12 jul. 2015.
- THOMPSON, A. W.; REIMER, A.; PROKOPY, L. S. Farmers' views of the environment: the influence of competing attitude frames on landscape conservation efforts. **Agriculture and Human Values**, v. 32, n. 3, p. 385–399, 2014.
- VANSLEMBROUCK, I.; VAN HUYLENBROECK, G.; VERBEKE, W. Determinants of the Willingness of Belgian Farmers to Participate in Agri-environmental Measures. **Journal of Agricultural Economics**, v. 53, n. 3, p. 489–511, 2002.
- VELDKAMP, A.; VERBURG, P. H. Modelling land use change and environmental impact. **Journal of Environmental Management**, v. 72, n. 1–2, p. 1–3, ago. 2004.
- VIGNOLA, R. et al. Decision-making by farmers regarding ecosystem services: Factors affecting soil conservation efforts in Costa Rica. **Land Use Policy**, v. 27, n. 4, p. 1132–1142, 2010.
- WILLOCK, J. et al. Farmers' Attitudes, Objectives, Behaviors, and Personality Traits: The Edinburgh Study of Decision Making on Farms. **Journal of Vocational Behavior**, v. 54, n. 1, p. 5–36, 1999.
- WITTEN, I. H.; FRANK, E.; HALL, M. A. **Data Mining: Practical Machine Learning Tools and Techniques**. 3. ed. London: Morgan Kaufmann Publishers, Elsevier Inc., 2011.
- WYNN, G.; CRABTREE, B.; POTTS, J. Modelling Farmer Entry into the Environmentally Sensitive Area Schemes in Scotland. **Journal of Agricultural Economics**, v. 52, n. 1, p. 65–82, 2008.
- ZHANG, Q. et al. Farmers' attitudes towards the introduction of agri-environmental measures in agricultural infrastructure projects in China: Evidence from Beijing and Changsha. **Land Use Policy**, v. 49, p. 92–103, 2015.

APÊNDICE A


QUESTIONÁRIO PARA ENTREVISTA
Produtores Rurais

(Ler antes de cada entrevista)

O objetivo dessa pesquisa é entender o que as pessoas produzem na sua região e as perspectivas dos produtores rurais sobre o novo código florestal e a cota de reserva ambiental. Com essa informação esperamos ser capazes de identificar qual são as necessidades da região e guiar políticas públicas do setor agropecuário. Por esta razão, faremos perguntas detalhadas sobre sua produção, renda e opinião sobre o Código Florestal. Todas as respostas individuais serão confidenciais, portanto você não será identificado de maneira alguma. Pedimos que você responda as questões com maior precisão possível. Se recebermos informações incorretas produziremos resultados que não poderão guiar políticas públicas para o desenvolvimento da região. Sinceramente agradecemos pelo seu tempo e sua participação respondendo nossas questões. Agora vamos começar...

1. Data: ____/____/____
2. Nome do entrevistador: _____

IDENTIFICAÇÃO DO PROPRIETÁRIO

3. Nome do entrevistado: _____
4. Idade do entrevistado: _____ (anos)
5. Qual é a sua escolaridade?
 1. Não frequentei a escola
 2. Primeiro grau incompleto (até a 4^a série)
 3. Primeiro grau completo (até a 8^a série)
 4. Segundo grau incompleto
 5. Segundo grau completo
 6. Superior incompleto
 7. Superior completo
 8. Pós-graduação incompleta
 9. Pós-graduação completa
6. Telefone para contato: _____

DESCRIÇÃO E VALOR DA PROPRIEDADE

7. Localidade:
 - a) Município: _____
 - b) Estado: _____
8. Você é dono da propriedade? S N
9. Tamanho da propriedade _____ ha
10. Distância da propriedade até a sede do município _____ km
11. Declividade da propriedade _____ (1 = pouco acidentado; 2 = médio; 3 = muito acidentado)
12. Como você adquiriu a propriedade? (selecione uma ou mais opções)
 1. Comprou terra com título
 2. Comprou terra sem título
 3. Assentamento do INCRA

4. Colonização (do _____)
5. Herança com título
6. Herança sem título (posse)
7. Outro _____
13. Qual é o valor atual da sua propriedade? _____ R\$
14. Quantos hectares da propriedade foram abertos/desmatados até hoje? _____ ha
15. Você pretende abrir/desmatar a sua propriedade no futuro? S N
16. (SE 15 SIM) Porque você pretende desmatar/abrir a propriedade?
Verdadeiro (√) Falso (x)
- a) _____ Valorizar a propriedade
- b) _____ Aumentar a área para produção agrícola
- c) _____ Aumentar a área de pastagem
- d) _____ Obter madeira
- e) _____ Outros motivos _____

ASSOCIAÇÃO DA COMUNIDADE

17. As propriedades agrícolas na sua região tem apoio de alguma entidade? S N
18. (SE 17 SIM) Quais tipos de entidade apoiam as propriedades na sua região:
Verdadeiro (√) Falso (x)
- a) _____ Entidade Estadual de Extensão Rural (ex. EMATER)
- b) _____ EMBRAPA
- c) _____ Organização não-governamental ambiental
- d) _____ Igreja
- e) _____ Sindicato rural
- f) _____ Outros motivos: _____
19. (SE 17 SIM) Você participa das atividades dessas entidades? S N
20. (SE 17 SIM) Como você descreve o trabalho dessas entidades?
1. parado 2. razoável 3. boa 4. excelente

PRODUÇÃO AGRÍCOLA

21. Qual é a renda mensal que a sua família obtém da propriedade rural?
_____ R\$/mês
22. Por quanto no mínimo você arrendaria um hectare da sua propriedade para:
1. Agricultura: _____ R\$/ha/ano
2. Pecuária: _____ R\$/ha/ano
3. Exploração madeireira: _____ R\$/ha/ano
23. Qual foi o tamanho da área plantada (roça) em sua propriedade no ano passado? _____ hectares
24. O que você produziu e vendeu de sua roça no ano passado?

Produção e vendas	Vol. Produzido (ano passado)	Vol. Vendido (ano passado)	Und.	Valor de venda (und.)	Valor total vendido
Arroz					
Feijão					
Café					
Mandioca					
Queijo					
Leite					
Farinha					
Banana					

Milho					
Soja					
Capim de corte					
Cana de açúcar					
Abacaxi					
Outros					

Código: 1. Quilos 2. Toneladas 3. Litros 4. Sacos 5. Outros: _____

25. Quantos animais você tem?

Código	Quantidade	#vendido no ano passado	Valor da venda (und.)	Valor total vendido

Código: 1. Gado 2. Carneiro 3. Cabra 4. Aves 5. Porcos 6. Cavalo 7. Outros: _____

PRODUÇÃO FLORESTAL

26. Quantos hectares de floresta você tem em sua propriedade? _____ ha
27. Você sabe o VOLUME de Madeira na sua propriedade? S N
Quantos _____ m³
28. Você sabe o VALOR de Madeira na sua propriedade? S N
Quanto _____ R\$/m³. Total _____
29. Você já vendeu madeira? S N
30. Você pretende vender Madeira no futuro? S N
31. Por qual motivo você mantém a reserva de mata nativa na sua propriedade:
Verdadeiro (√) Falso (x)
- _____ Evitar multas
 - _____ Extrair madeira para uso na propriedade (cercas, construção)
 - _____ Conservar a fauna e flora local
 - _____ Manutenção das chuvas na região
 - _____ Manter a reserva legal da propriedade
 - _____ Mão de obra é muito cara
 - _____ Outro: _____

REGULARIZAÇÃO AMBIENTAL

32. Você conhece o Código Florestal?

- Nada
Muito pouco
Razoavelmente
Bem
Muito bem

33. Você conhece o Cadastro Ambiental Rural (CAR)?

- Nada
- Muito pouco
- Razoavelmente
- Bem

5. Muito bem

EXPLICAR O QUE É O CAR E AS EXIGÊNCIAS DE RL E APP E AS CONSEQUÊNCIAS LEGAIS DA IRREGULARIDADE AMBIENTAL CASO O PROPRIETÁRIO SAIBA MUITO POUCO OU NADA

34. Onde você aprendeu sobre o Código Florestal e/ou CAR?

Verdadeiro () Falso ()

- a) Família
- b) Organização não-governamental (ONG)
- c) Governo estadual/federal
- d) Prefeitura
- e) Compradores de madeira
- f) Internet, televisão, rádio
- g) Sindicato/Associação da comunidade
- h) Outros motivos: _____

35. Você já foi multado por questões ambientais? S N (SE NÃO, IR PARA A QUESTÃO 41)

36. (SE 35 SIM) Por qual motivo você foi multado?

Verdadeiro () Falso ()

- a) Desmatamento sem autorização
- b) Desmatamento em área de preservação permanente
- c) Ausência de cadastro ambiental rural, licença ambiental única/rural
- d) Transporte irregular de produtos florestais
- e) Queimada sem autorização
- f) Outros motivos: _____

37. A sua propriedade já tem o CAR? S N (SE NÃO, IR PARA A QUESTÃO 44)

38. (SE 37 SIM) Quanto custou para fazer o CAR (total): _____ R\$

39. (SE 37 SIM) Porque você resolveu fazer o CAR?

Verdadeiro () Falso ()

- a) Ficar regular perante as leis ambientais
- b) Ter acesso a crédito bancário
- c) Ajudar o município a sair da lista de municípios prioritários
- d) Poder vender o seu produto
- e) Evitar multas
- f) Outros motivos: _____

40. (SE 37 NÃO) Quando você acha que vai fazer o CAR?

1. Já estou realizando as medidas necessárias
2. Farei nos próximos meses
3. Farei no ano que vem
4. Irei cadastrar quando for cobrado pelo governo (multas)
5. Quando o mercado exigir
6. Nunca irei fazer o CAR
7. Outros motivos: _____

41. (SE 40 FOR 4, 5 ou 6) Porque você não pretende fazer o CAR?

Verdadeiro () Falso ()

- a) O custo do CAR é muito alto
- b) Não preciso de acesso a crédito bancário
- c) Não quero mostrar para o governo onde fica meu imóvel
- d) Discordo das leis ambientais do governo
- e) Nunca serei cobrado para ter o CAR pelo governo
- f) Nunca serei cobrado para ter o CAR pelo mercado

- g) Ninguém vai fazer o CAR
 h) Outros motivos: _____
42. (SE 40 FOR 1, 2 ou 3) Porque você pretende fazer o CAR?
 Verdadeiro () Falso ()
- a) O custo do CAR é baixo
 b) Preciso de acesso a crédito bancário
 c) Quero mostrar para o governo onde fica meu imóvel
 d) Concordo das leis ambientais do governo
 e) Serei cobrado para ter o CAR pelo governo
 f) Serei cobrado para ter o CAR pelo mercado
 g) Todos irão fazer o CAR
 h) Outros motivos: _____
43. Quantos hectares de reserva você tem a mais ou a menos do exigido pela lei?
 (Valores positivos para excedente e negativos para déficit) _____ ha

SE TIVER EXCEDENTE PARA QUESTÃO 51)

INFORMAR PRODUTOR SOBRE A EXIGÊNCIA DE RESERVA LEGAL PARA A SUA PROPRIEDADE

SE TIVER DEFICIT DE RESERVA

44. Quando você acha que vai recuperar ou compensar a sua reserva legal?
1. Já estou realizando as medidas necessárias
 2. Começarei nos próximos meses
 3. Começarei no próximo ano
 4. Irei regularizar quando for cobrado pelo governo (multas)
 5. Irei regularizar quando for exigido pelo mercado
 6. Nunca irei regularizar
 7. Outros motivos: _____
45. (SE 44 FOR “4, 5 ou 6. Nunca”) Porque você não irá regularizar/compensar?
 Verdadeiro () Falso ()
- a) O custo de regularizar/compensar é muito alto
 b) Não preciso de acesso a crédito bancário
 c) O benefício de regularizar/compensar é pequeno
 d) Não preciso de regularizar/compensar para vender minha produção
 e) Não quero mostrar para o governo onde fica meu imóvel
 f) Discordo das leis ambientais do governo
 g) Nunca serei cobrado para regularizar/compensar pelo governo
 h) Nunca serei cobrado para regularizar/compensar pelo mercado
 i) Ninguém vai regularizar/compensar
 j) Outros motivos: _____
46. Você conhece a Cota de Reserva Ambiental (CRA)?
1. Nada
 2. Muito pouco
 3. Razoavelmente
 4. Bem
 5. Muito bem

EXPLICAR/COMPLEMENTAR RESPOSTA DO ENTREVISTADO PARA INFORMÁ-LO SOBRE O CRA

47. (SE TIVER DEFICIT DE RESERVA). Você compraria CRA para compensar a área de Reserva Legal que você precisa recuperar? S N
48. (SE 47 SIM). Porque você compraria o CRA para compensar a reserva legal?
Verdadeiro (√) Falso (x)
- _____ A compra do CRA tem custo mais baixo que a recuperação da área já desmatada
 - _____ A compra do CRA permite continuar a produzir na área que deveria ser de reserva legal
 - _____ Acredito no funcionamento do mercado de CRA
 - _____ Não quero correr o risco de ser multado pois o governo vai cobrar o cumprimento do código
 - _____ Vou precisar da regularização ambiental para vender meus produtos para o mercado
 - _____ Quero proteger o meio ambiente para as futuras gerações
 - _____ Todos temos que contribuir para a proteção das florestas
 - _____ Outros motivos: _____
49. (SE 47 NÃO) Porque você não compraria o CRA para compensar a reserva legal?
Verdadeiro (√) Falso (x)
- _____ Não tenho recurso suficiente para o pagamento das CRAs
 - _____ Não acredito que o mercado de CRA possa vir a funcionar
 - _____ Prefiro recuperar a área degradada
 - _____ Prefiro correr o risco de ser multado
 - _____ Vou comprar somente quando for cobrado pelo governo (multas)
 - _____ Vou comprar somente quando for exigido pelo mercado
 - _____ Discordo das leis ambientais do governo
 - _____ Outros motivos: _____
50. (SE 47 SIM) Quanto você pagaria no **máximo** por uma cota de CRA de 1 ha:
- 1 ano: _____ R\$
 - 5 anos: _____ R\$
 - 10 anos: _____ R\$
 - 30 anos: _____ R\$

IR PARA QUESTÃO 55

SE TIVER EXCEDENTE NA RESERVA

51. Você venderia CRA da sua propriedade? S N
52. (SE 51 SIM) Porque você venderia CRA para compensar a reserva legal?
Verdadeiro (√) Falso (x)
- _____ Não tenho interesse em produzir na área do CRA
 - _____ A venda do CRA é mais lucrativa do que desmatar e produzir na área
 - _____ Acredito no funcionamento do mercado de CRA
 - _____ Quero ajudar outros proprietários a se regularizar
 - _____ Quero proteger o meio ambiente para as futuras gerações
 - _____ Todos temos que contribuir para a proteção das florestas
 - _____ Acredito que teremos muita demanda pelo CRA
 - _____ Outros motivos: _____
53. (SE 50 NÃO) Porque você não venderia CRA para compensar a reserva legal?
Verdadeiro (√) Falso (x)
- _____ Tenho interesse em produzir na área do CRA
 - _____ Desmatar e produzir na área é mais lucrativo do que produzir CRA

- c) _____ Não acredito que o mercado de CRA possa vir a funcionar
 d) _____ Prefiro deixar a terra disponível para poder vendê-la no futuro
 e) _____ Fazer o CRA deve ser muito caro e burocrático
 f) _____ Discordo das leis ambientais do governo
 g) _____ Acredito que teremos pouca demanda pelo CRA
 h) _____ Outros motivos: _____

54. (SE 50 SIM) Por quanto você venderia no **mínimo** uma cota de CRA equivalente a 1 ha por:

1. 1 ano: _____ R\$
 2. 5 anos: _____ R\$
 3. 10 anos: _____ R\$
 4. 30 anos: _____ R\$

55. O que você levou **mais** em consideração para chegar ao valor **máximo que pagaria** / mínimo que venderia um Ha de CRA:

Verdadeiro (√) Falso (x)

FATORES	PERÍODO			
	1 ano	5 anos	10 anos	30 anos
Valor do arrendamento				
Realizar pousio				
Exploração florestal				
Renda da pecuária				
Renda da agricultura				
Custo de recuperação				
Investir na terra (desmatar)				
Valor da terra				
Outros				

MUITO OBRIGADO(A) PELA SUA PACIÊNCIA E TEMPO EM RESPONDER NOSSAS PERGUNTAS!