

# A PRIVAÇÃO ECONÔMICA É UM DETERMINANTE DO DESMATAMENTO NO BRASIL?

---

RELATÓRIO  
TÉCNICO

Realização

Instituto  
Escolhas

Edição

Fevereiro  
2023

## **ficha técnica**

### **equipe de execução técnica**

Green Domus Desenvolvimento Sustentável

### **coordenador do projeto de pesquisa**

Petterson Molina Vale

### **pesquisador responsável pela análise econométrica**

Lucas Gerez Foratto

### **coordenador do projeto de pesquisa**

Petterson Molina Vale

### **pesquisador responsável pelas análises geoespaciais**

Wesley Augusto Campanharo

### **consultor técnico sênior**

Erich Friol Gimenes

### **analista de projeto**

Ephraim França

### **citar como**

Instituto Escolhas. **A privação econômica é um determinante do desmatamento no Brasil?** Relatório Técnico. São Paulo, 2023.

## **agradecimentos**

A todos os participantes do workshop realizado no dia 04.08.2022. A Adauto Rocha, Daniel Silva, Diosmar Filho, Francisco Costa, Gerd Sparovek, Guilherme de Oliveira, Isabel Escada, Louise Nakagawa, Marcelo Diniz, Marcos Rosa, Regis de Oliveira, Ricardo Abramovay, Ricardo Bruno, Ricardo Vale e Thiago Morello, pelos comentários e sugestões realizados no workshop ou em outros contextos.

—

# Sumário

Glossário .....	5
Resumo executivo .....	7
<b>1. Por que relacionar privação econômica com desmatamento? .....</b>	<b>10</b>
<b>2. A privação econômica é a causa do desmatamento? .....</b>	<b>13</b>
<b>3. Privações econômicas e desmatamento: literatura .....</b>	<b>15</b>
<b>4. Este estudo .....</b>	<b>18</b>
I. Definições	18
a. Pobreza.....	19
b. Desmatamento.....	21
c. Tamanho de propriedade .....	23
II. Premissas e hipótese	24
III. Especificação da relação avaliada (mecanismo de causalidade)	25
IV. Efeitos secundários	26
V. Escopo analítico	26
VI. Dados	28
VII. Análise descritiva	28
VIII. Modelo econométrico	29
IX. Premissas do modelo econométrico	32
X. Cenários possíveis para os modelos	33
<b>5. Análise descritiva.....</b>	<b>35</b>
I. Desmatamento no Brasil, 2012-2019	35
II. Pobreza e extrema pobreza no Brasil, 2012-2019	41
III. Emprego formal no Brasil, 2012-2019	44
<b>6. As privações econômicas estão associadas ao desmatamento .....</b>	<b>47</b>
I. Detalhamento dos resultados	49
II. Robustez dos modelos	53
<b>7. Discussão e limitações .....</b>	<b>55</b>
<b>8. Conclusão.....</b>	<b>58</b>
<b>Referências .....</b>	<b>60</b>
<b>Apêndice 1. Fonte de dados.....</b>	<b>64</b>
I. Banco de dados	64

II.	Documentação dos procedimentos e tratamento de dados	65
<b>Apêndice 2. Relações espaço-temporais .....</b>		<b>68</b>
I.	Análise de concentração espacial	68
II.	Análise de dependência espacial	69
III.	Análise de tendência temporal	71
<b>Apêndice 3. Considerações metodológicas .....</b>		<b>73</b>
I.	Regressão em painel com clusters	73
II.	Matriz de vizinhança	74
III.	Regressão ponderada com variáveis espaciais	75
<b>Apêndice 4. Estatísticas adicionais.....</b>		<b>76</b>
I.	Estatísticas descritivas das covariadas do modelo	76
II.	Relações territoriais	78
<b>Apêndice 5. Análise de robustez.....</b>		<b>80</b>
I.	Variação temporal	80
II.	Ponderação das regressões pelo estoque de vegetação remanescente	83
III.	Variação por gestão do território	84

## Glossário

**Amacro** Zona de Desenvolvimento Sustentável dos Estados do Amazonas, Acre e Rondônia. Composta por 32 municípios.

**AMZL** Amazônia Legal.

**CadÚnico** Cadastro Único do MDS.

**Caged** Cadastro Geral de Empregados e Desempregados.

**CAR** Cadastro Ambiental Rural.

**DNIT** Departamento Nacional de Infraestrutura.

**FAO** Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura.

**Funai** Fundação Nacional do Índio.

**IBGE** Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

**IDH** Índice de Desenvolvimento Humano.

**IPM** Índice de Pobreza Multidimensional Global.

**Incra** Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária.

**Inpe** Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais.

**IPCA** Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo.

**Mapitoba** Região formada pelo estado do Tocantins e partes dos estados do Maranhão, Piauí e Bahia, onde ocorreu forte expansão agrícola a partir dos anos 1980. Reúne 337 municípios.

**MDS** Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome.

**ODM** Objetivos de Desenvolvimento do Milênio.

**PNAD** Pesquisa Nacional por Amostragem Domiciliar.

**PNADc** Pesquisa Nacional por Amostragem Domiciliar Contínua.

**POF** Pesquisa de Orçamentos Familiares do IBGE.

**PPC** Paridade do Poder de Compra.

**Rais** Relação Anual de Informações Sociais.

**SFB** Serviço Florestal Brasileiro.

**Sigef** Sistema de Gestão Fundiária do Incra.

**UF** Unidade da Federação.

**UNFCCC** Convenção das Nações Unidas para Mudanças Climáticas.

## Resumo executivo

Este trabalho tem como objetivo trazer uma nova pergunta ao debate em torno do desmatamento, propondo-se a avaliar se as privações econômicas – pobreza, falta de acesso a trabalho de qualidade – podem ser determinantes de processos de supressão de vegetação.

**Pergunta do estudo.** No Brasil, em que medida o desmatamento é impactado por variações no número de pessoas em situação de pobreza e extrema pobreza e de variações no número de integrantes do mercado formal de trabalho?

A pergunta está ancorada em um diálogo de cinco décadas sobre a relação entre meio ambiente e desenvolvimento humano. O seu histórico se inicia na Declaração de Estocolmo (1972) e passa pelo Relatório Brundtland (1987) e pela noção de Desenvolvimento Sustentável. No Brasil atual, onde há crescente preocupação com o desmatamento e uma retomada, desde 2015, da centralidade das privações econômicas como restrições ao desenvolvimento do país, esse debate assume nova proeminência.

**Metodologia.** O enfoque adotado neste estudo permitiu, pela primeira vez no contexto brasileiro, que o desmatamento fosse estudado em conjunção com formas de privação econômica em uma escala geográfica ampla, abarcando todo o território nacional com dados anuais de um período de oito anos (2012-2019).

Foram utilizadas as mais recentes bases de dados disponíveis com cobertura nacional, incluindo informações sobre desmatamento da coleção 6 do projeto MapBiomas, a fim de avaliar a relação entre privações econômicas (pobreza e acesso a emprego formal) e desmatamento. Na parte inicial, foram adotados procedimentos exploratórios de análise de dados espaciais. Na segunda parte, modelos econométricos para dados espaciais em painel.

**Premissa principal.** A atividade de desmatamento é insalubre, arriscada e indesejável para os indivíduos que a executam. Quando há possibilidade de outro trabalho com a mesma remuneração e menor risco, eles migram para essa nova atividade.

**Resultado.** Políticas de redução da pobreza e/ou aumento da formalização do trabalho estão associadas a quedas no desmatamento. A relação tripartite identificada indica que as privações econômicas operam em conjunção entre si e com o desmatamento. Variações nas taxas de pobreza e/ou variações nas taxas de emprego formal tendem a estar associadas a variações no volume de desmatamento de um município, tanto no

mesmo ano quanto com defasagem de um ou dois anos. Além disso, o resultado da especificação econométrica adotada sugere que as privações econômicas é que são determinantes do desmatamento, e não que o desmatamento impacta as privações econômicas.

A associação encontrada é válida para o Brasil de forma agregada e para a Amazônia Legal de forma específica. Nas demais regiões do país, a relação não se verificou. A associação se mostrou válida para propriedades pequenas e médias, mas não para propriedades grandes.

**Limitação.** A associação estatística identificada não permite que se chegue a uma inferência causal. Em vez disso, ela fornece uma primeira validação empírica da hipótese do estudo, de que uma diminuição da pobreza e/ou um aumento na disponibilidade de trabalho formal implica(m) uma redução do desmatamento, pois aumenta(m) a capacidade de os indivíduos optarem por atividades menos insalubres.

**Resultado detalhado.** Os dados mostram que, além da Amazônia, o desmatamento nos biomas do Pampa e do Cerrado merece atenção. Em ambos os biomas, a supressão de vegetação computada pelo MapBiomas impressiona quando comparada à área de vegetação remanescente em cada um deles. Apesar disso, a associação identificada entre privações econômicas e desmatamento não se mostrou relevante fora da Amazônia Legal.

Observa-se que as regiões Norte e Nordeste têm taxas de emprego formal que ficam aproximadamente 50% abaixo dos índices das demais regiões. Da mesma forma, as taxas de pobreza das regiões Norte e Nordeste são em média três vezes superiores às das demais regiões. Registrou-se que as mudanças no nível de privação econômica exercem maior efeito potencial sobre variáveis ambientais na região Norte, onde a dinâmica das privações coincide com a do desmatamento. Mas essa associação não foi verificada na região Nordeste.

Os resultados econométricos se mostraram válidos para o desmatamento ocorrido em propriedades classificadas como médias em áreas de domínio privado. Não se mostraram válidos para o desmatamento em propriedades grandes e apresentaram menor magnitude em propriedades pequenas e minifúndios.

Os resultados passaram por diferentes testes de robustez. A exclusão das áreas de conservação e terras demarcadas dos pesos espaciais aplicados às observações não mudou os resultados. A consideração de efeitos defasados no tempo – a privação de um ou dois anos anteriores afetando o desmatamento corrente – também não causou alterações substanciais.

**Implicações.** Não são somente as políticas de comando-e-controle, as variáveis macroeconômicas, os preços de commodities e as dinâmicas demográficas que têm impacto sobre o desmatamento; políticas de formalização do trabalho e de redução da pobreza também podem contribuir, em certos contextos, para controlá-lo (ganha-ganha).



O efeito ganha-ganha tende a se situar em contextos específicos, nos quais se reúnem os devidos condicionantes. De fato, as relações causais estão sempre relacionadas a um contexto. A literatura econômica sobre privações econômicas como determinantes do desmatamento sugere que um efeito ganha-ganha estaria condicionado à presença de rendas da terra elevadas (lucratividade das atividades agropecuárias), taxas elevadas de privação econômica e volumes substanciais de estoques de vegetação primária. Essas condições tendem a estar presentes exatamente na região amazônica e no Norte do Brasil.

Ademais, caso políticas sociais venham a ser entendidas como formas de reduzir o desmatamento, é fundamental que isso seja feito em escala geográfica ampla, e não de forma isolada. Os resultados do estudo apontam com robustez para um efeito de vizinhança nos padrões socioambientais que conduzem ao desmatamento. A mobilidade geográfica de trabalhadores e de capital faz com que quedas isoladas na pobreza ou aumentos isolados na formalização do trabalho possam ser anulados por movimentos na direção contrária em municípios adjacentes. Ou seja, políticas públicas apenas na escala municipal tendem a ser pouco efetivas. A atuação em escala mais ampla evita que os fatores de produção simplesmente se desloquem a municípios vizinhos.

Portanto, é preciso que os esforços de controle do desmatamento passem a ser entendidos de forma mais ampla, retomando a noção de desenvolvimento sustentável e levando em consideração, tanto em estudos e pesquisas quanto na aplicação das políticas públicas, os fenômenos de privação econômica.

# 1.

## Por que relacionar privação econômica com desmatamento?

A pergunta tem origem em um marcante discurso feito por Indira Gandhi há exatos cinquenta anos, na Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano (1972), em Estocolmo. Em sua fala, a então primeira-ministra da Índia relacionou a problemática que lhe era cara, do meio ambiente (Mathiesen, 2014), aos desafios mais prementes em seu país, ligados ao desenvolvimento humano. Foi assim que ela formulou a questão que pautaria a criação da agenda do desenvolvimento sustentável:

**“Não seriam a pobreza e a necessidade os maiores poluentes?”**

[“Are not poverty and need the greatest polluters?”]

Indira Gandhi, Conferência de Estocolmo, 1972

Ao longo das décadas subsequentes, a formulação acabou sendo interpretada como uma questão retórica, em que a resposta esperada pela autora seria afirmativa, quando, na verdade, tudo indica que o discurso tinha apenas a intenção de trazer à tona a inter-relação entre diferentes formas de privação (de renda, de trabalho e outras) e o meio ambiente (Mathiesen, 2014), sem presumir que a privação fosse necessariamente a maior causa da degradação ambiental.

Nesse contexto, a Declaração de Estocolmo (HANDL, 2012)<sup>1</sup> proclamou que:

**“Nos países em desenvolvimento, a maioria dos problemas ambientais é motivada pelo subdesenvolvimento. Milhões de pessoas seguem vivendo muito abaixo dos níveis mínimos**

---

<sup>1</sup> <https://www.un.org/en/conferences/environment/stockholm1972>.

**necessários para uma existência humana digna, privadas de alimentação e vestuário, de habitação e educação, de condições de saúde e de higiene adequadas.”**

Declaração da Conferência de Estocolmo, 1972.

A importância da relação entre pobreza, trabalho e desmatamento se sedimentou, desde então, não somente nos debates acadêmicos, mas também nos discursos de política internacional de forma mais ampla. O Relatório Brundtland (Brundtland, 1987), por exemplo, encabeçado por Gro Harlem e responsável pela popularização do termo “desenvolvimento sustentável”, apresentou uma mensagem muito forte de que a pobreza e o desemprego seriam tanto causa quanto consequência da degradação ambiental<sup>2</sup>:

“Um mundo em que a **pobreza** é endêmica sempre estará sujeito a **catástrofes ecológicas e ambientais.**” [*“A world in which poverty is endemic will always be prone to ecological and environmental catastrophes.”*] (Brundtland, 1987)

“O aumento da **pobreza** e do **desemprego** ampliou a **pressão sobre os recursos ambientais** na medida em que mais pessoas foram forçadas a depender mais diretamente desses recursos.” [*“Rising poverty and unemployment have increased pressure on environmental resources as more people have been forced to rely more directly upon them.”*] [grifos nossos]. (Brundtland, 1987)

No ano 2000, o Banco Mundial publicou um relatório intitulado “Pobreza e o Meio Ambiente [*“Poverty and the Environment”*] (Bucknall; Kraus; Pillai, 2001). O foco do documento era operacionalizar, para fins de análise de resultados de programas, a relação entre variáveis ambientais e pobreza, principalmente no sentido de demonstrar a relação entre o aumento da degradação ambiental e a piora das situações de pobreza. Em 2009, na COP-15 (Copenhague), o então presidente Lula relacionou diretamente a privação econômica (fazendo alusão às noções de pobreza e de oportunidades) às mudanças climáticas<sup>3</sup>. Mais recentemente, o presidente da Colômbia, Gustavo Petro, lançou a proposta de um fundo monetário que pague salários mensais a 100 mil famílias amazônicas para que permitam a regeneração de áreas de floresta já desmatadas (Agência AFP, 2022). O nexos entre privações e desmatamento permanece, portanto, muito presente na geopolítica.

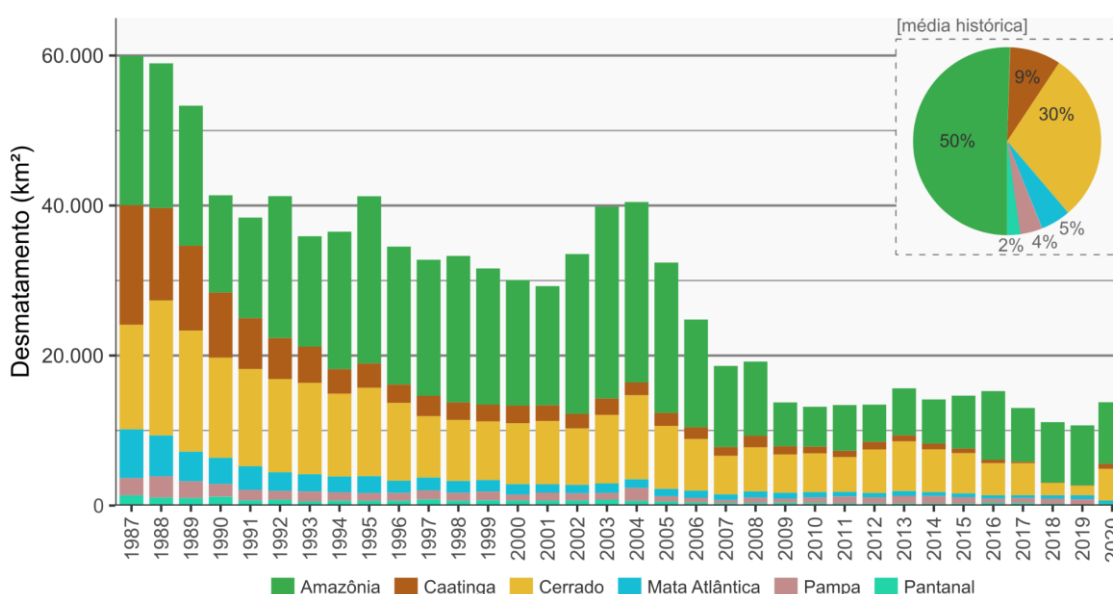
No Brasil, o processo de redução de pobreza que começou no início dos anos 2000 durou em torno de catorze anos, tendo cessado em 2011 para a extrema pobreza e em

---

2 “Rising poverty and unemployment have increased pressure on environmental resources as more people have been forced to rely more directly upon them” (Brundtland, 1987), entre outras passagens.

3 “Eu não me esqueço nunca que quando tomei posse, em 2003, o meu compromisso era tentar garantir que cada brasileiro ou brasileira pudesse tomar café de manhã, almoçar e jantar. Para o mundo desenvolvido, isso era coisa do passado. Para a África, para a América Latina e para muitos países asiáticos, ainda é coisa do futuro. E isso está ligado à discussão que estamos fazendo aqui, porque não é discutir apenas a questão do clima. É discutir desenvolvimento e oportunidades para todos os países.” (“Amazônia: Resgatamos o discurso de Lula na COP-15”, 2019)

2014 para a pobreza (Neri, 2019). Em paralelo, a redução da taxa anual de desmatamento do Brasil como um todo, que teve início em torno de 2004, também cessou por volta de 2011, tendo se mantido relativamente estável desde então (**Erro! Fonte de referência não encontrada.**-1). Já na Amazônia brasileira, que historicamente representa a metade do desmatamento do Brasil, houve um importante crescimento das taxas de supressão de vegetação desde 2012.



**Figura 1- 1. Evolução do desmatamento em vegetação primária no Brasil e sua média histórica por tipo de bioma, 1987-2019.**

Dados calculados com base no produto de desmatamento do MapBiomias (coleção 6).

Entre os anos de 1987 e 2020, acumulou-se um total de 969.383 km<sup>2</sup> de área suprimida no Brasil. Nota-se que os maiores valores foram registrados no início da série

Na medida em que cessaram tanto a queda da pobreza quanto a queda do desmatamento, faz sentido supor que esses movimentos poderiam estar relacionados. De fato, as premissas adotadas no Relatório Brundtland e repetidas frequentemente pela diplomacia de países em desenvolvimento sugeririam que o mais recente ciclo de desmatamento teria, pelo menos em parte, relação com o aumento do empobrecimento. Portanto, cabe perguntar: **“as mudanças observadas na taxa de pobreza explicam as mudanças observadas na taxa de desmatamento?”**.

Caso a resposta seja afirmativa, segue-se que as políticas sociais podem trazer benefícios indiretos para o meio ambiente. Nesse caso, a otimização das variáveis ambientais passaria não apenas por políticas de cunho exclusivamente ambiental, mas também por políticas com alvos sociais. Já se a resposta for negativa, então a ideia lançada há cinquenta anos por Indira Gandhi se mostraria inadequada para o Brasil. Neste caso, não faria sentido esperar que políticas com objetivos sociais pudessem ter qualquer efeito sobre a conservação ou a degradação ambiental.

## 2.

# A privação econômica é a causa do desmatamento?

Do ponto de vista da pesquisa, a pergunta de Indira Gandhi se destrinchou, principalmente a partir dos anos 1980, em um conjunto de problemáticas interconexas. No caso específico do desmatamento, algumas das problemáticas que surgiram foram: **1) os culpados pelo desmatamento são os pobres ou são os afluentes?; 2) o desmatamento causa empobrecimento?; 3) é possível estimular comportamentos avessos ao desmatamento por meio de benefícios monetários?; e 4) a privação econômica é uma das causas do desmatamento?**

A pergunta 1 tem sido tema de ampla controvérsia nas ciências sociais e ambientais (Dove, 1993) e em esferas menos acadêmicas de debate. Porém, a sua solução está longe de ser realizável. Concretamente, a interseção entre processos de degradação ambiental e recortes sociais, sejam eles feitos por classe, estrato socioeconômico ou outras tipologias, dificilmente se presta a uma avaliação binária que oponha ricos a pobres (Rai, 2019).

Já a pergunta 2 tem um histórico de pesquisa aplicada e foi objeto de diversos estudos empíricos bem formulados. No caso brasileiro, especificamente no que diz respeito à Amazônia, a literatura acadêmica vem rejeitando, nos estudos quantitativos, a hipótese de que o desmatamento necessariamente causa uma reversão dos indicadores de bem-estar humano<sup>4</sup>. Por fim, a pergunta 3, com robusta tradição de estudos empíricos, tem levado à conclusão consistente de que, sim, as decisões que originam processos de desmatamento podem ser modificadas por meio de estímulos monetários bem desenhados (Alix-Garcia et al., 2019; Alix-Garcia; Sims; Yañez-Pagans, 2015; Simonet et al., 2019).

---

<sup>4</sup> Essa linha de pesquisa, associada ao trabalho de Rodrigues et al. (2009), convergiu para a rejeição da hipótese do boom e colapso (*boom and bust*) – a ideia de que aumentos no desmatamento causariam um aumento e depois uma queda nos indicadores de bem-estar. Os trabalhos de Weinhold et al. (2015), Tritsch e Arvor (2016), Caviglia et al. (2016) e Silva et al. (2017) consolidaram essa rejeição.

O problema investigado no presente estudo surgiu na literatura acadêmica em torno do final dos anos 1990: **a privação econômica (renda e emprego) seria uma das causas do desmatamento? Ou, de forma relacionada, a redução da privação poderia contribuir para a redução do desmatamento?** Essa formulação encontra forte associação com a pergunta 3. De fato, benefícios monetários para a conservação de florestas podem, em certos casos, ser direcionados a indivíduos em situação de pobreza. Se esses benefícios tiverem efeito positivo sobre a conservação, então conclui-se que a redução da pobreza reduz o desmatamento.

A pergunta aqui proposta também se relaciona com a pergunta 2: indagações sobre a pobreza como causa do desmatamento são frequentemente apresentadas em conjunção com indagações sobre o desmatamento como causa da pobreza. De fato, separar as duas direções de causalidade não é um exercício óbvio. Neste estudo, a proposta é exatamente separar essas duas questões e focalizar naquela que foi menos explorada no Brasil.

### 3.

## Privações econômicas e desmatamento: literatura

Um dos trabalhos pioneiros na problematização da pobreza como causa do desmatamento é o artigo de Sven Wunder (2001), Redução da pobreza e florestas tropicais – há escopo para sinergias? [“Poverty alleviation and tropical forests – What scope for synergies?”]. O texto lançou as bases de diversos estudos subsequentes que exploraram o papel de diferentes formas de privação no desmatamento. Wunder (2001) trabalhou com um conceito econômico de pobreza e argumentou, com base em estudos de caso apoiados em dados, que não existe relação unívoca entre empobrecimento e desmatamento. A sua posição foi marcadamente crítica à visão do Relatório Bruntland. Para Wunder, a experiência mostra que menos pobreza pode causar mais ou menos desmatamento, dependendo do contexto. Em muitas situações, é exatamente o subdesenvolvimento que leva a uma proteção das florestas, na medida em que as economias permanecem desconectadas dos mercados globais. Em contextos como esses, a queda da pobreza pode causar aumento do desmatamento.

Nessa mesma linha, Geist e Lambin (2003), no artigo *A pobreza é a causa do desmatamento tropical? [“Is poverty the cause of tropical deforestation?”]*, concluíram que a pobreza pode determinar o desmatamento, mas apenas em situações contextuais específicas. Apoiados em uma meta-análise de 140 estudos em diferentes países, os autores verificaram que a privação de bens de consumo dos habitantes das regiões de florestas tropicais esteve entre os fatores que levaram ao aumento do desmatamento, mas, assim como Wunder (2001), enfatizaram que esse fator nunca se coloca como condição suficiente para explicar o desmatamento. De fato, a privação estaria sempre atrelada a outros fatores concomitantes (agentes com bens de capital para o desmatamento, promoção de políticas pró-desmatamento, especulação fundiária, falta de regulamentação de propriedade).

Mais de uma década depois, Motoe Miyamoto (2014) retomou a discussão do papel das privações como determinantes do desmatamento. Estudando o caso da Malásia por meio de regressões de série de tempo, a autora encontrou evidência de que a redução da pobreza seria o principal fator a explicar a diminuição de longo prazo (do início dos anos 1980 até 2010) da taxa de desmatamento. A razão pela qual a produção de óleo de palma teria deixado de causar amplo desmatamento seria o deslocamento da força de trabalho de atividades agropecuárias baseadas em desmatamento para atividades mais atraentes, o que teria sido viabilizada pela queda da pobreza.

Miyamoto (2020) sugere um conjunto de equações lógicas no qual o desmatamento depende de três fatores concomitantes: i) altas taxas de pobreza; ii) alta remuneração da agricultura; e iii) alto estoque de floresta. Seriam raras as exceções em que o desmatamento ocorreria sem a presença dos três aspectos ao mesmo tempo. Assim, políticas de combate à pobreza poderiam resultar na diminuição do desmatamento em regiões onde os três condicionantes acima estivessem presentes. Isso explicaria, por exemplo, diferenças importantes na trajetória do desmatamento na Malásia e na ilha de Sumatra, na Indonésia, nos anos 1970 e 1980.

Recentemente, em artigo publicado na *Science*, Ferraro e Simorangkir (2020) apresentaram rigorosa análise de causalidade sobre os canais de atuação de transferências de renda para famílias em situação de pobreza em relação as taxas de desmatamento. Baseados em dados de vilarejos da Indonésia entre 2001 e 2012, encontraram um impacto negativo e estatisticamente significativo no desmatamento no quarto ano após a introdução da política de transferência de renda para famílias em situação de extrema pobreza. Os autores levaram em conta canais de causalidade que vão em direções contrárias: o efeito da redução da pobreza sobre o capital humano, que desloca a força de trabalho a atividades não relacionadas ao desmatamento e assim contribui para reduzi-lo, e o efeito sobre o aumento do consumo, que poderia causar aumento do desmatamento. O efeito líquido desses canais foi uma redução no desmatamento.

Da mesma forma, um artigo publicado em novembro de 2022 no *Journal of Land use Science* por Thomas Knoke e colegas (Knoke et al., 2022) identifica que a existência de uma fonte de renda fora da propriedade rural está associada a uma diminuição do



desmatamento nos casos em que essa fonte de renda implica na diminuição do tempo de trabalho ofertado dentro da propriedade. O artigo utiliza um detalhado modelo de simulação de decisões de uso da terra aplicado a áreas florestadas do Equador que têm a pecuária bovina como principal uso alternativo. O resultado indica que a redução da privação econômica tem potencial para controlar o desmatamento, mas que isso precisa passar por uma diminuição da dedicação dos trabalhadores rurais às atividades dentro da propriedade.

Para o caso brasileiro, Diniz et al. (2018) não confirmaram uma relação estatística entre uma proxy de pobreza (o número de famílias assentadas em programas de reforma agrária) e as taxas de desmatamento na Amazônia entre 2000 e 2010. Já Barros e Stege (2019) encontraram evidência de uma associação entre o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) e o desmatamento no formato de uma curva em U invertida para a região do MAPITOBA (Tocantins e partes dos estados do Maranhã, Piauí e Bahia), em que aumentos do IDH inicialmente estariam associados a aumentos do desmatamento, mas depois, a partir de um ponto de inflexão, passariam a estar associados a menos desmatamento. Essa relação, porém, foi baseada em uma análise estática, para o ano de 2010. Finalmente, Carvalho et al. (2020), estudando o caso do Programa Bolsa Verde, de pagamentos por serviços ambientais em todos os estados da Amazônia entre 2011 e 2015, reuniram evidências de uma associação em formato de N entre a taxa de desmatamento e a renda transferida pelo programa: aumento seguido de queda do desmatamento, seguido novamente de aumento.

## 4.

### Este estudo

Apesar de a agenda de pesquisa sobre a privação econômica ter avançado, os estudos no contexto internacional são ainda pouco numerosos, e no contexto do Brasil permanecem marginalizados no debate, com reduzidos avanços metodológicos. O objetivo do presente estudo, portanto, é jogar luz sobre a pergunta feita por Indira Gandhi há cinquenta anos utilizando a riqueza de situações do contexto brasileiro dos anos 2012-2019. Para isso, o trabalho apresenta as seguintes contribuições:

1. Um olhar sobre a privação econômica como um condicionante, sem inferências sobre a responsabilidade de um ou outro grupo de pessoas.
2. Inovações metodológicas. O estudo utiliza dados de todo o território brasileiro, apresenta um olhar informado pela econometria espacial e produz uma medida de pobreza e extrema pobreza com variação anual na escala do município.
3. Um olhar tripartite. O estudo avalia uma relação conjunta entre a pobreza e o emprego formal (cada um aludindo a uma forma de privação econômica) e o desmatamento.

**Pergunta de pesquisa.** No Brasil, em que medida o desmatamento é impactado por variações no número de pessoas em situação de pobreza e extrema pobreza e de variações no número de integrantes do mercado formal de trabalho?

#### I. DEFINIÇÕES

## a. Pobreza

A pobreza é um fenômeno altamente complexo e multifuncional – que vai muito além da privação de renda. Uma das discussões conceituais diz respeito ao seu caráter absoluto ou relativo. Trata-se de um estado que só existe comparativamente à situação de outras pessoas ou, pelo contrário, seria um estado absoluto de privação? Outro enfoque, lançado por Amartya Sen (1983), apresenta a pobreza como privação de liberdades causada pela ausência de um conjunto amplo de “capacidades” [capabilities]. Olhares mais quantitativos procuram descrever a pobreza por meio de indicadores multifuncionais que levam em conta aspectos como consumo, renda, saúde e educação.

Os olhares multifuncionais sobre o fenômeno da pobreza, como o Índice de Pobreza Multidimensional Global (IPM), publicado anualmente pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (Pnud), apresentam a maior representatividade das diversas formas possíveis de privação. Ao incluírem medidas de diferentes aspectos da pobreza, esses índices são capazes de abarcar um conjunto mais amplo de situações de privação.

Por outro lado, o olhar multifuncional requer acesso a uma quantidade de informações muito maior e que não está, em sua totalidade, disponível em bases de dados anuais. Esse é um dos motivos pelos quais o Banco Mundial e as instituições governamentais oficiais continuam se apoiando em indicadores econômicos agregados baseados em linhas de corte para a pobreza e a extrema pobreza. De fato, as linhas de corte de pobreza são amplamente utilizadas tanto no Brasil quanto no resto do mundo como formas simples porém efetivas de representar um fenômeno complexo e como métricas que asseguram uniformidade interpretativa entre avaliações realizadas nos mais diferentes contextos.

A Tabela 4-1 sintetiza as propostas de mensuração da população em situação de pobreza e aponta as respectivas vantagens e desvantagens.

**Tabela 4-1. Definições de pessoas em situação de pobreza**

Definição	Fonte	Vantagens	Desvantagens
Extrema pobreza: pessoas que vivem com menos de US\$ 1,25 a preços de 2011 (PPC)	Banco Mundial	Internacionalmente reconhecida; adotada pela ONU; utilizada em muitos países  Métrica baseada no consumo (POF, PNAD), e não na renda	Determinada em US\$, prejudicando as comparações intertemporais em situações de variação cambial  Cálculo depende da PPC de uma cesta de sessenta países. Atualização dos dados pelo Banco Mundial pode levar anos para

			acontecer.  Não leva em consideração a economia de subsistência no âmbito rural
<b>Extrema pobreza: renda fam. mensal inferior a R\$ 70 (jun/2011)</b>  <b>Pobreza: renda fam. mensal inferior a R\$ 140 (jun/2011)</b>	MDS (Brasil)	<b>Linha de pobreza utilizada pelo CadÚnico, portanto consistente com os dados a serem utilizados neste estudo</b>  <b>Adotadas administrativamente no país para os programas sociais (Benefício de Prestação Continuada, CadÚnico, Bolsa Família)</b>  <b>Em linha com a literatura recente sobre pobreza no Brasil</b>  <b>Reajuste anual via INPC, disponibilizado pelo IBGE</b>	<b>Linhas baseadas na renda e não no consumo</b>  <b>Não leva em consideração a economia de subsistência no âmbito rural</b>
Indicadores multidimensionais de pobreza	Alkire et al. (2015)  Marlier e Atkinson et al. (2010)  Roelen, Gassman e Neubourg (2009)	Em alguns casos, leva em consideração a economia de subsistência no âmbito rural  Identifica privações específicas de consumo; inclusão/exclusão de diferentes grupos quando comparados com as linhas monetárias	Indisponível em série de tempo  Necessidade de bases de dados com muitas informações (não apenas renda) e com periodicidade anual para se atualizar o total de pessoas em situação de pobreza

PPC = Paridade do Poder de Compra. INPC = Índice Nacional de Preços ao Consumidor. POF = Pesquisa de Orçamentos Familiares. PNAD = Pesquisa Nacional por Amostragem Domiciliar. IBGE = Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

Neste estudo, adotaram-se definições de pobreza e de extrema pobreza alinhadas com a prática das instituições federais que a combatem. Optou-se por seguir as linhas de pobreza utilizadas pelo então Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome (MDS) propostas no lançamento do Plano Brasil sem Miséria (2011). Trata-se de uma abordagem unidimensional da pobreza a partir de linhas monetárias.

A abordagem escolhida ganhou destaque no início dos anos 1990, depois que estudos do Banco Mundial com diferentes países definiram a extrema pobreza como: pessoas que vivem com menos de US\$ 1 por dia sob a paridade do poder de compra (PPP) de 1985. No caso brasileiro, o conceito evoluiu na década de 2000 frente à necessidade de uma definição oficial para o desenho de políticas públicas – por exemplo, o Plano Brasil sem Miséria (Soares, 2009).

Utilizou-se neste estudo a proposta de Falcão e Costa (2014), em que a extrema pobreza é definida como o “rendimento domiciliar per capita de até R\$ 70 mensais a preços de junho de 2011”, enquanto a pobreza é definida como “rendimento domiciliar per capita de até R\$ 140 mensais a preços de junho de 2011”. Ambos os valores monetários foram reajustados via IPCA para os demais anos.

Os resultados obtidos para o total de pessoas em situação de pobreza contêm os indivíduos em situação de extrema pobreza.

## **b. Desmatamento**

Tomando como base o Novo Código Florestal – Lei nº 12.651/2012, o desmatamento pode ser definido como a supressão completa das florestas e outras formas de vegetação nativa (Brasil, 2012). Esse conceito é abrangente, pois engloba fisionomias não florestais, porém nativas, dependendo do bioma em análise (caso das vegetações nativas herbáceas encontradas no Pampa e no Cerrado) e processos distintos de supressão, como a degradação e o corte raso.

Neste estudo, definimos o desmatamento como “o processo rápido de conversão, por supressão, de área de floresta primária ou vegetação nativa primária por ações antropogênicas”, conforme combinação das definições do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe) e do Código Florestal Brasileiro. Para quantificar o desmatamento, utilizamos a base de dados disponibilizada pelo MapBiomias (coleção 6) entre os anos de 1988 e 2019, uma vez que é mais flexível e que possui dados espacializados anualmente para todo o Brasil.

A opção pelo MapBiomias pode implicar diferenças na medição do desmatamento com relação aos dados oficiais, do Inpe. Essas divergências decorrem da utilização de metodologias distintas. O recurso ao MapBiomias é justificável por proporcionar uma temporalidade e abrangência geográfica maiores.

A Tabela 4-2 resume as principais definições de desmatamento consideradas.

**Tabela 4-2. Definições de desmatamento**

<b>Definição</b>	<b>Vantagens</b>	<b>Desvantagens</b>
------------------	------------------	---------------------

<p>A conversão direta induzida pelo homem de terras florestais em terras não florestadas</p> <p>[UNFCCC]</p>	<p>Caráter internacional.</p> <p>Utilizada no Protocolo de Quioto</p>	<p>Considera apenas formações florestais, causando problemas para outras fisionomias brasileiras (p.ex.: Pampa e Cerrado)</p> <p>Não deixa explícito qual caráter de floresta (primária ou secundária)</p>
<p>A conversão da floresta para outro uso da terra ou a redução a longo prazo da cobertura das copas das árvores abaixo do limite mínimo de 10%</p> <p>[FAO]</p>	<p>Caráter internacional</p>	<p>Considera apenas formações florestais</p> <p>Não distingue degradação de desmatamento</p> <p>Não deixa explícito qual caráter de floresta (primária ou secundária)</p>
<p>A supressão completa das florestas ou outras formas de vegetação nativa</p> <p>[Novo Código Florestal]</p>	<p>Em linha com a legislação brasileira</p> <p>Considera outras fisionomias além de florestas</p>	<p>Não deixa claro se inclui ou exclui o conceito de degradação</p> <p>Não deixa explícito qual caráter de floresta (primária ou secundária)</p>
<p><b>A conversão por supressão de áreas de fisionomia florestal primária por ações antropogênicas</b></p> <p>[Inpe]</p>	<p><b>Órgão oficial brasileiro responsável pelo monitoramento do desmatamento</b></p> <p><b>Base para outras plataformas de monitoramento</b></p> <p><b>Diferencia claramente o corte raso da degradação</b></p> <p><b>Delimita as formações florestais especificamente como formações primárias</b></p>	<p><b>Considera apenas formações florestais</b></p>

UNFCCC = Convenção das Nações Unidas para as Mudanças Climáticas. FAO = Organização Mundial da Agricultura. Inpe = Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

Noções de desmatamento não utilizadas:

- Balanco de desmatamento > Com frequência, esta métrica está associada a estudos de pagamentos por serviços ambientais e de certificação ambiental. A metodologia quantifica o desmatamento líquido, que é a mudança na área florestal entre dois pontos no tempo, levando em consideração tanto as perdas do desmatamento quanto os ganhos da regeneração florestal e/ou plantações de árvores (Brown e Zarin, 2013). A noção de “desmatamento líquido” não é adotada como métrica neste estudo pelos seguintes motivos: 1) não faz parte dos dados oficiais de desmatamento; 2) pode mascarar a real área desmatada; 3) não traduz o real valor da floresta em um determinado local, pois inclui todo tipo e estágios de regeneração.
- Supressão em vegetação secundária > Trata-se da mensuração de supressão ocorrida em uma floresta resultante de processo de regeneração (natural ou antrópico) em áreas previamente desmatadas. Essa quantificação é desconsiderada para evitar a dupla contagem de áreas desmatadas e porque sua detecção pode se confundir com a de áreas de outros usos similares.

### c. Tamanho de propriedade

Adotou-se uma classificação com quatro categorias: minifúndio, pequenas, médias e grandes propriedades (Tabela 4-3). A definição das categorias se baseou na classificação de módulos fiscais definida pelo Incra. Um módulo fiscal é uma unidade de medida fixada para fins de contabilização dos tamanhos das propriedades rurais segundo as características de cada localidade. A definição do tamanho de um módulo fiscal, que pode variar de 5 a 100 hectares segundo o município (Incra, 2018), leva em consideração o tipo de atividade agropecuária praticada, a renda aferida com essa atividade e a incidência de exploração do tipo familiar.

**Tabela 4-3. Classes de tamanho do imóvel rural com base na determinação do Incra (Brasil, 1993)**

Classe	Módulo Fiscal
Minifúndio	Área inferior a 1 módulo fiscal
Pequena	Área superior a 1 e até 4 módulos fiscais
Média	Área superior a 4 e até 15 módulos fiscais
Grande	Área superior a 15 módulos fiscais

A vantagem de se recorrer ao módulo fiscal é que essa unidade já internaliza aspectos intrínsecos de cada localidade. Além disso, políticas de regularização fundiária e ambiental, como o Código Florestal Brasileiro, se baseiam nessa classificação.

Uma classificação alternativa, não utilizada neste estudo, é proposta pelo IBGE. Ela foi empregada no Censo Agropecuário de 2007, por exemplo, e é compatível com estudos sobre desmatamento dos anos 1990. Essa classificação tende a ser menos usada atualmente devido à incompatibilidade com as normativas federais, que se baseiam na classificação do Incra.

A classificação dos tamanhos de propriedade foi aplicada à categoria fundiária “terras privadas” como definido na base de dados fundiários do Imaflores (Tabela A4.3). Com isso, não se realizou a medição do tamanho de propriedades de qualquer natureza que estejam situadas em áreas classificadas como terras indígenas, áreas de conservação, áreas militares ou vazios fundiários.

## II. PREMISSAS E HIPÓTESE

As premissas utilizadas são:

1. A atividade de desmatamento é insalubre, arriscada e indesejável do ponto de vista do indivíduo. Muitas pessoas morrem ou são mutiladas por acidentes durante o corte das árvores.
2. O desmatamento é realizado, frequentemente, por meio de trabalho informal, sem as garantias legais do emprego formal.
3. Indivíduos mais pobres têm um leque de opções de geração de renda mais restrito.
4. Indivíduos mais pobres têm menos acesso a oportunidades de emprego formal em comparação com os de outras faixas de renda.
5. Na possibilidade de atividade alternativa com remuneração compatível e menor risco, os indivíduos migrariam para essa nova atuação.
6. A taxa de ocupação em empregos formais em um município é uma proxy da oferta de atividades laborais alternativas ao desmatamento. Ou seja, quanto mais emprego formal, maior a oferta de oportunidades alternativas ao desmatamento.
7. Como consequência, indivíduos mais pobres são mais suscetíveis a se envolver com o desmatamento, mesmo sendo insalubre.



**Hipótese.** Uma diminuição da pobreza e/ou um aumento na disponibilidade de trabalho formal implica uma redução do desmatamento, pois aumenta a capacidade de os indivíduos optarem por atividades menos insalubres.

### III. ESPECIFICAÇÃO DA RELAÇÃO AVALIADA (MECANISMO DE CAUSALIDADE)

Existe um estoque de terras com vegetação nativa passível de ser desmatado de forma legal ou ilegal. O desmatamento é um investimento em terras que serão usadas para atividades agropecuárias. A decisão de desmatar é função de um conjunto de fatores que, na literatura acadêmica, podem ser classificados como causas imediatas e causas subjacentes. As causas imediatas são a expansão da infraestrutura de transportes, a expansão das áreas de pastagens, a expansão de áreas de assentamento e o estoque florestal remanescente em cada localidade, entre outras. Já as causas subjacentes são fatores geofísicos como o relevo, mudanças em políticas públicas, modelos de conduta (“*role model*”) das instituições governamentais nacionais e locais, alterações em preços relativos de commodities, mudanças tecnológicas e fatores demográficos como processos migratórios e natalidade, entre outras ( Angelsen; Kaimowitz, 1999; Geist; Lambin, 2003; Diniz et al., 2018; Souza-Rodrigues, 2019; Miyamoto, 2020).

A execução do desmatamento pode se dar pelos próprios ocupantes ou donos da terra ou por prestação de serviços. Em ambos os casos, a decisão está condicionada à oferta de mão de obra apta a realizar o trabalho. Essa mão de obra é, de forma geral, de baixa qualificação, uma vez que precisa se submeter a uma atividade insalubre e de alto risco (o desmatamento)<sup>5</sup>. Além disso, a execução do desmatamento é realizada, na maior parte dos casos, na ausência de contratos formais de trabalho.

Existe um conjunto de indivíduos que estão sujeitos a integrar a oferta de mão de obra para o desmatamento (mão de obra disponível) devido à falta de ocupações alternativas. Esses indivíduos estão mais propensos do que o restante da sociedade a se situar nas linhas de pobreza ou de extrema pobreza. Além disso, tendem a substituir o desmatamento por atividades laborais menos insalubres, se disponíveis.

Entre essas atividades alternativas estão, por exemplo, trabalhos rurais envolvendo a operação de máquinas e a instalação de infraestrutura em contextos agropecuários ou da indústria madeireira.

A oferta de mão de obra disponível para o desmatamento seria, portanto, diretamente proporcional ao estoque de pessoas em situação de pobreza e extrema pobreza

---

<sup>5</sup> Por exemplo, Leitão e Vasconcellos (2017) encontraram que o maior impacto relativo de políticas de desmatamento zero se dá sobre os trabalhadores menos qualificados, o que sugere que são eles os que mais dependem do desmatamento

(privação de renda) e inversamente proporcional à oferta de atividades laborais alternativas e acessíveis por esses indivíduos (oferta de emprego formal). A execução do desmatamento seria consequência da interação entre a oferta de mão de obra e outros fatores necessários, particularmente a presença de estoques florestais e a presença de rendas da terra.

#### **IV. EFEITOS SECUNDÁRIOS**

Uma diminuição da pobreza e/ou um aumento da oferta de atividades laborais alternativas estariam associados, em um primeiro momento, à diminuição da oferta de mão de obra disponível para o desmatamento, causando uma queda do desmatamento. Porém, é importante considerar que pode haver efeitos secundários dessa melhora nos indicadores sociais (Alix-Garcia; Shapiro; Sims, 2012). Esses efeitos secundários podem operar por diferentes canais. Primeiro, no contexto de proprietários rurais com acesso restrito a capital, é possível que o aumento da disponibilidade de recursos cause maior alocação de capital para o desmatamento e, com isso, o amplie. Segundo, é possível que a maior disponibilidade de recursos seja alocada ao consumo de bens intensivos em desmatamento, como é o caso da carne bovina, e que isso gere um estímulo adicional ao desmatamento. Por fim, é possível que o desmatamento seja deslocado a outras regiões – dentro do mesmo país ou em outros países.

#### **V. ESCOPO ANALÍTICO**

A unidade de observação são os municípios brasileiros. A unidade temporal de análise é o ano (1º de janeiro a 31 de dezembro). Com base na malha municipal do IBGE de 2019 (IBGE, 2022), foram considerados todos os municípios brasileiros para os quais há dados completos de desmatamento e de pessoas em situação de pobreza e extrema pobreza (5.550 municípios de um total de 5.570<sup>6</sup> territórios brasileiros). Foram excluídos vinte municípios<sup>7</sup> que tiveram alteração nos limites geográficos no período de estudo (ver Apêndice A1. 2, seção “Criação de novos municípios”).

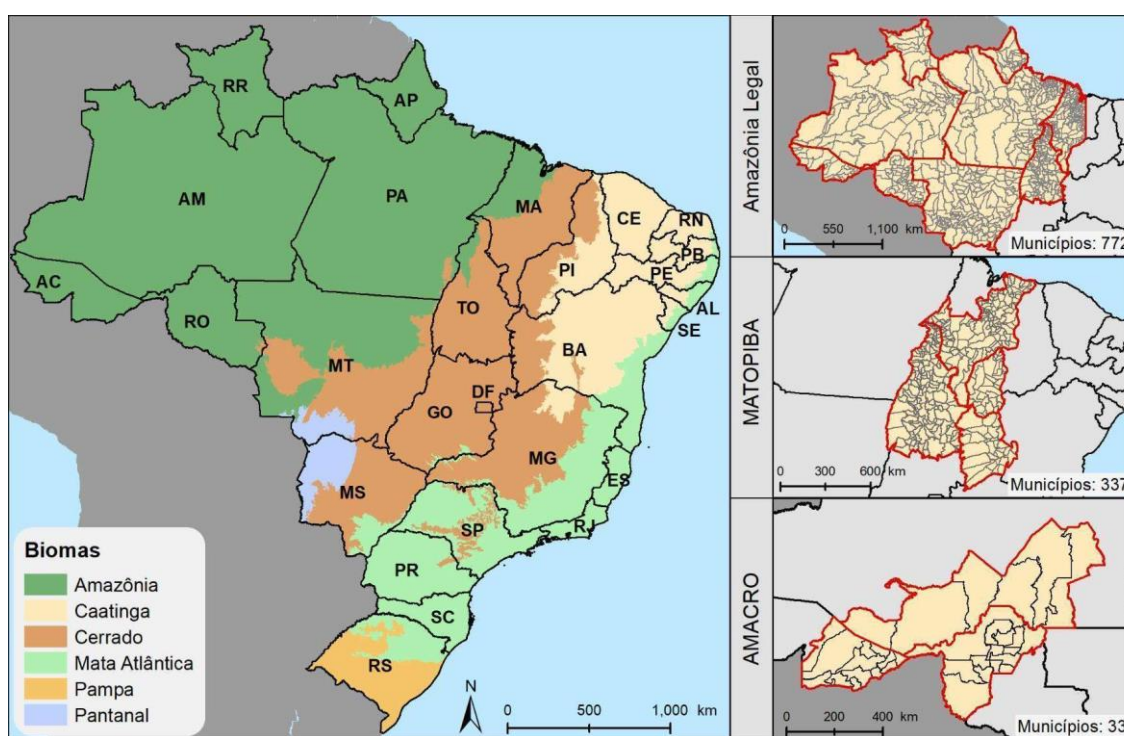
O horizonte temporal se restringiu ao período entre 2012 e 2019. A base de dados só pôde ser construída a partir de 2012 pelos seguintes motivos: para gerar variação anual

<sup>6</sup> 5.558 municípios, mais o Distrito Federal e o Distrito Estadual de Fernando de Noronha.

<sup>7</sup> Mojuí dos Campos (PA), Santa Cruz do Arari (PA), Tabocão (TO), Marajá do Sena (MA), Campo Grande (RN), Fernando de Noronha (PE), Lagoa de Itaenga (PE), Santa Cruz de Minas (MG), Arraial do Cabo (RJ), Nilópolis (RJ), São João de Meriti (RJ), Diadema (SP), Florínea (SP), Ilhabela (SP), Ilha Comprida (SP), São Caetano do Sul (SP), Pescaria Brava (SC), Balneário Rincão (SC), Açu (RS), Pinto Bandeira (RS) e Paraíso das Águas (MS).

na escala do município, as variáveis relacionadas à situação de pobreza foram construídas a partir do Cadastro Único (CadÚnico)<sup>8</sup> e da PNAD contínua (PNADc); a série da PNADc tem início em 2012; o CadÚnico só foi consolidado em nível nacional, para além dos cadastros do Programa Bolsa Família, também em 2012; o formulário de coleta de dados e o software de gestão do programa foram revisados em 2011 (Dias e Farias, 2018). Já o encerramento da análise em 2019 decorre, em primeiro lugar, da indisponibilidade de dados de desmatamento (MapBiomas, coleção 6) para os períodos subsequentes. Adicionalmente, visa a excluir possíveis efeitos diretos e indiretos da pandemia. Para mais detalhes sobre a fonte de dados, ver **Erro! Fonte de referência não encontrada.**

O escopo geográfico foi definido como o território brasileiro, para o qual se aplicam as principais conclusões. Adicionalmente, são propostos recortes geográficos para melhor caracterizar os resultados (Figura 4-1). São esses os recortes: os seis biomas brasileiros e as regiões político-administrativas – Amazônia Legal, Norte, Nordeste, Centro-Oeste, Sul e Sudeste. A análise por biomas é fornecida quando se trata de dados de desmatamento. Para os dados de pobreza, extrema pobreza e emprego formal, em que a menor escala disponível é a do município, os recortes adotados são os político-administrativos.



**Figura 4-1. Recortes geográficos utilizados nas análises**

<sup>8</sup> Registro que permite ao governo saber quem são e como vivem as famílias de baixa renda no Brasil. O banco de dados permite conhecer as características das famílias que dependem de programas como Auxílio Brasil, Tarifa Social de Energia Elétrica, ID Jovem, Programa Bolsa Família e outros

## VI. DADOS

Os dados foram compilados com a utilização do software estatístico R. A unidade de análise é município-ano; portanto, informações municipais com frequência mensal foram agregadas na periodicidade anual. Concomitantemente, informações em nível mais desagregado que o do município (exemplo: microdados dos indivíduos) foram sistematizadas para a unidade territorial de interesse. Todas as variáveis utilizadas no modelo econométrico, com suas respectivas fontes, são listadas no Apêndice (Tabelas A1.1 e A1.2). O Apêndice A1.2 apresenta em detalhes os procedimentos de tratamento de dados. A justificativa para a inclusão das principais variáveis é apresentada na Tabela 4-4.

**Tabela 4-4. Resumo das variáveis utilizadas no modelo econométrico**

Variável	Justificativa para inclusão no modelo	Referência para a justificativa
Área desmatada	Extensão do desmatamento total em km <sup>2</sup> por município	Assunção et al. (2020)
Estoque florestal	Municípios com maiores estoques florestais tendem a desmatar por maior tempo Compensação para municípios com baixos valores de remanescente florestal	Smith et al. (2020)
Indicadores de pobreza	Especificações com as linhas de extrema pobreza e pobreza	Miyamoto (2020); Hanauer e Bacarreza (2015)
Trabalhadores do mercado formal	Maior informalidade pode aumentar a chance de indivíduos trabalharem em atividades relacionadas ao desmatamento	Assunção et al (2017)
Infraestrutura	Construção de novas rodovias pode aumentar a chance de desmatamento de áreas até então remotas	Ferrante e Fearnside (2020)
População	Pressões para o uso da terra e expansão de atividades	
Área do município	Municípios maiores podem ter maiores taxas de desmatamento total	
Preço das commodities	Expectativa de retorno financeiro pela terra desmatada	Assunção et al (2015)
Precipitação	Dificuldade técnica para realizar o desmatamento	
Fiscalização e multas	Atuação do estado no policiamento e combate de desmatamento ilegal	

## VII. ANÁLISE DESCRITIVA

**Concentração espacial.** Na análise exploratória de dados espaciais, o primeiro passo é fazer inferências sobre a concentração espacial das variáveis. Isso fornece uma primeira visão sobre as localizações – regiões, grupos de municípios, estados, partes de estados – onde há concentração dos fenômenos que estão sendo analisados. Para isso, realizou-se a espacialização dos dados por meio da técnica da “densidade de Kernel”. Além de fornecer uma visão geral da intensidade do evento, essa técnica traz ainda um indicador de fácil uso e interpretação (Câmara et al., 2004a).

Para cada ano do painel, aplicou-se a técnica da densidade de Kernel aos dados de pobreza, extrema pobreza, emprego formal e desmatamento total. Os valores obtidos foram classificados em cinco classes seguindo a distribuição “natural-breaks Jenks”, pela qual os valores são agrupados de forma a se maximizar as diferenças entre as classes e rotulados de uma menor a uma maior intensidade sem mensurar a magnitude, já que o resultado do Kernel é um índice de densidade do evento. O Apêndice A2.1 apresenta todos os resultados da densidade de Kernel.

**Dependência espacial.** O segundo passo foi calcular medidas concretas de dependência espacial. Essas medidas indicam o grau de correlação entre os valores de uma mesma variável (ou duas variáveis distintas), entre localidades distintas, porém próximas (vizinhas). As métricas mais utilizadas para a mensuração da dependência espacial são os índices de Moran. Para tanto, foram utilizados, respectivamente, o índice global de Moran e os indicadores locais de Moran univariado e bivariado, todos obtidos por meio do software GEODA.

O índice global de Moran é a expressão da autocorrelação, considerando a relação entre os valores observados de um atributo numa região e os valores médios nas localizações vizinhas (Câmara et al., 2004b). O Apêndice A2.2 apresenta todos os resultados da aplicação do índice de Moran.

**Tendência temporal.** O terceiro passo foi realizar uma primeira inferência sobre as tendências temporais das variáveis no espaço. O objetivo aqui foi obter uma primeira visão sobre as localidades que apresentaram tendências temporais de crescimento ou de queda nas variáveis de interesse. Para isso, definiu-se um grid com células de 40 x 40 km para todo o Brasil, atribuíram-se os valores de cada variável para cada uma dessas células (ou pixels) e calculou-se a tendência (crescimento ou decréscimo) para cada variável em cada pixel no período 2012-2019. O Apêndice A2.3 apresenta os resultados da aplicação desse método.

## VIII. MODELO ECONOMETRICO

A estratégia empírica adotada no presente estudo foi de modelos de regressão linear com dados em painel e controles para efeitos fixos de município e de tempo. A variável dependente é o desmatamento total (extensão do estoque de desmatamento acumulado, logaritmo neperiano, km<sup>2</sup>). O modelo utiliza uma ponderação baseada no estoque de vegetação remanescente em 2012. Estando a variável dependente especificada em extensão absoluta de desmatamento (km<sup>2</sup>), a ponderação visa a dar menor peso a municípios com estoques pequenos de vegetação remanescente. Sem a ponderação, grande número de municípios com baixíssima cobertura vegetal no Centro-Sul do país acabaria dominando a análise frente aos municípios onde existe o maior estoque de vegetação remanescente.

Os dados em painel são cada vez mais utilizados em estudos de avaliação de impacto, pois permitem aproveitar o componente temporal da base de dados ao mesmo tempo que se controla a heterogeneidade individual de cada unidade de análise. A fonte de variação, no caso dessa especificação, é exclusivamente a trajetória seguida por cada município ao longo do tempo; a variação entre municípios não é levada em consideração nessa formulação, pois é excluída pelo procedimento de controle dos efeitos fixos.

Além das variáveis explicativas dos próprios municípios, incluíram-se controles espaciais com o intuito de melhorar a aproximação de relações de causalidade, reduzindo o viés de variáveis omitidas. Um exemplo do que foi empregado são as variáveis dos vizinhos, ponderadas a partir de uma matriz de vizinhança. Um maior detalhamento sobre as fontes de dados utilizados, a construção das variáveis e a estimação dos modelos está disponível nos Apêndices 1 e 3.

A utilização de informações dos vizinhos em modelos de regressão ganhou destaque na literatura a partir dos trabalhos de Anselin (1989; 1996; 1997), Kelejian e Prucha (1998) e LeSage (2008), entre outros. Do ponto de vista de estimadores com matrizes de vizinhança em painel, vale destacar os trabalhos de Elhorst (2003), Baltagi et al. (2003), Kapoor et al (2007) e Lee e Yu (2010), os quais impulsionaram o desenvolvimento nessa área.

No presente estudo, utilizaram-se as defasagens espaciais (valores observados nos vizinhos) nas variáveis explicativas do modelo. A lógica nesse caso, como explica LeSage (2008), é investigar a presença de transbordamento (spillovers, na literatura internacional), mudanças das características dos municípios vizinhos que possam afetar o município analisado.

Do ponto de vista da especificação, a variável explicada é o desmatamento observado em toda a extensão do município. Optou-se por não realizar uma distinção entre desmatamento legal e ilegal devido à indisponibilidade de métodos e bases de dados para essa distinção. Além disso, fez-se a escolha de incluir o desmatamento observado em todas as categorias fundiárias, inclusive áreas protegidas, para evitar a introdução de julgamentos de valor sobre qual desmatamento seria mais ou menos desejável.

Pobreza (em % da população do município) e emprego formal (em % da população do município) são as variáveis explicativas. A inclusão de controles espaciais, nesse caso, visa a limitar o efeito de mudanças nos indicadores de pobreza e emprego formal dos municípios que fazem fronteira terrestre com a unidade de análise em questão. Isso é importante porque muitos dos fatores de produção necessários para o desmatamento – capital, maquinário e mão de obra – podem transitar livremente entre municípios.

Na especificação econométrica de efeitos fixos, variáveis intrínsecas dos municípios e invariantes no tempo estão automaticamente controladas (Tabela 4-5). Por exemplo, o relevo é um componente importante no desmatamento, uma vez que terrenos com alta declividade impedem uso intensivo de determinados tipos de maquinários. Nesse sentido, o efeito do relevo do município, uma variável de difícil alteração ao longo do tempo, é controlado pelo efeito fixo. Da mesma forma, determinantes históricos que

permaneceram inalterados no período de estudo, como a vocação das regiões para diferentes tipos de atividade agropecuária, também são limitados pelos efeitos fixos. O ponto negativo dessa formulação é que não é possível ter acesso à magnitude dos efeitos estimados pelos efeitos fixos.

**Tabela 4-5. Resumo das variáveis utilizadas no modelo econométrico, dos componentes dessas variáveis que são controlados mas não são quantificados pelo modelo (efeitos fixos) e dos componentes que são quantificados pelo modelo**

Variáveis de controle	O que está capturado no efeito fixo	O que é quantificado pelo modelo (coeficientes)
Indicadores de pobreza	Pobreza estrutural	Variações da taxa de pobreza em 2012-2019
Emprego formal	Situação do mercado de trabalho pré-2012	Variações da formalização em 2012-2019
Preço das commodities	Vocação de longo prazo de cada município para atividades agropecuárias	Mudanças na expectativa de retorno financeiro da terra desmatada em 2012-2019
Infraestrutura rodoviária	Malha pré-2012 que não variou no período	Construção de novos trechos de rodovia no município e em seu entorno
População	Total de habitantes pré-2012	Variações do número de habitantes em 2012-2019
Área do município	Extensão territorial	
Estoque de vegetação	Estoque de vegetação pré-2012	
Tamanho das propriedades	Relações fundiárias históricas que permaneceram inalteradas em 2012-2019	
Relevo e geografia	Barreiras naturais ao desmatamento	

**Robustez dos modelos.** Os testes de hipóteses realizados no estudo se baseiam na especificação econométrica principal, fundamentada na teoria econômica e na literatura sobre os temas abordados. Para avaliar o quanto os resultados são dependentes da forma como o modelo é especificado e das variáveis escolhidas, elaborou-se o seguinte conjunto de testes de robustez:

- Possibilidade de relações não contemporâneas, com defasagem temporal. Teste: uso de variáveis explicativas defasadas temporalmente em um e dois anos.
- Confusão decorrente do uso do estoque de vegetação remanescente indistintamente, sem diferenciar as categorias fundiárias. Teste: exclusão das áreas protegidas (áreas de conservação, terras indígenas e terras quilombolas) da variável de vegetação remanescente utilizada na ponderação das regressões.
- Confusão decorrente do uso de propriedades de todos os tamanhos indistintamente, sem diferenciação. Teste: regressões específicas para

desmatamento ocorrido em propriedades privadas classificadas pelo Incra (com base em módulos fiscais) como pequenas, médias e grandes.

**Desagregação dos resultados por tipologia fundiária.** Para que os resultados possam ser desagregados por tipologias de propriedade, é necessário trabalhar com a premissa de que as privações econômicas da integralidade do município, que é a unidade de observação, afetam o desmatamento nas unidades de uso da terra objeto da desagregação (ex.: a pobreza de todo o município afeta o desmatamento nas propriedades grandes em terras de uso privado). Isso é necessário porque não é possível desagregar as medidas de privação econômica para subconjuntos de um município. Por exemplo, não é possível obter uma medida de pobreza aplicável somente a propriedades grandes ou a unidades de conservação.

Nesse contexto, optou-se por fazer a desagregação somente para as propriedades de uso privado, que é onde está o maior volume da população. Nas demais categorias, a impossibilidade de desagregar as variáveis de privações econômicas inviabiliza uma análise desagregada.

## IX. PREMISSAS DO MODELO ECONOMETRICO

**Cadastro Único e PNAD contínua.** No tocante à construção das variáveis de pobreza e extrema pobreza em nível municipal, presume-se que a porcentagem de pessoas no CadÚnico dos municípios com relação ao total de cadastrados<sup>9</sup> na mesma plataforma na UF é uma proxy do montante de indivíduos em situação de pobreza do município em questão com relação à UF. Considera-se também que as mudanças no número de indivíduos cadastrados no CadÚnico seguem os mesmos determinantes em todos os municípios do Brasil, não havendo ingerência de forças locais no processo de cadastramento.

**Empregos formais e migração.** Presume-se que no período de análise não houve fluxos migratórios, em nível nacional, diferente dos habitualmente observados. Dessa maneira, a variável de proporção de pessoas em empregos formais com relação à população total do município capta a formalização no território, não a evasão de indivíduos sem empregos formais.

**Avanço tecnológico.** Presume-se que no período de análise não houve a introdução de uma tecnologia disruptiva que tenha modificado a dinâmica desse processo no Brasil.

---

<sup>9</sup> O requisito para o cadastramento é que as famílias tenham renda mensal por pessoa de até meio salário mínimo.



Com isso, as técnicas de supressão de vegetação adotadas nos municípios estão controladas no efeito fixo.

**Desmatamento.** Presume-se que o MapBiomas (coleção 6) captura todas as formas de supressão de vegetação nativa primária em todo o território brasileiro de forma satisfatória e em nível comparável ao das estimativas oficiais brasileiras.

**Dados fundiários.** Presume-se que a malha fundiária disponibilizada pelo Imaflora para o ano de 2021 é representativa do período 2012-2019. Essa premissa requer que a distribuição da terra por tamanho e por categoria fundiária não tenha se modificado de maneira particular em um conjunto específico de municípios.

**Concomitância das relações.** Na especificação principal, os coeficientes foram estimados para relações concomitantes, ou seja, em que a associação entre pobreza, mercado formal e desmatamento acontece dentro de um mesmo ano.

## X. CENÁRIOS POSSÍVEIS PARA OS MODELOS

Considerando as possíveis relações entre pobreza e desmatamento oriundas do resultado do modelo econométrico, podemos ter cinco cenários distintos:

1. Ausência de associação: cenário em que a ausência de significância estatística nos coeficientes de pobreza e de emprego formal indicaria que não há associação com desmatamento, de forma que políticas sociais não teriam impacto sobre a variável ambiental.
2. Crescimento sustentável: cenário em que o sinal positivo do coeficiente de pobreza e o negativo do coeficiente de emprego formal indicariam que reduções na privação econômica estariam associadas a uma diminuição do desmatamento.
3. Crescimento insustentável: cenário em que o sinal negativo do coeficiente e o positivo do coeficiente de emprego formal indicariam que reduções na privação econômica estariam associadas a um aumento do desmatamento.
4. Empobrecimento com degradação: semelhante ao cenário de crescimento sustentável, porém com aumento na privação econômica acompanhado de aumento do desmatamento.

5. Empobrecimento com preservação: semelhante ao cenário de crescimento insustentável, porém com aumento na privação econômica acompanhado de queda no desmatamento.

## 5. Análise descritiva

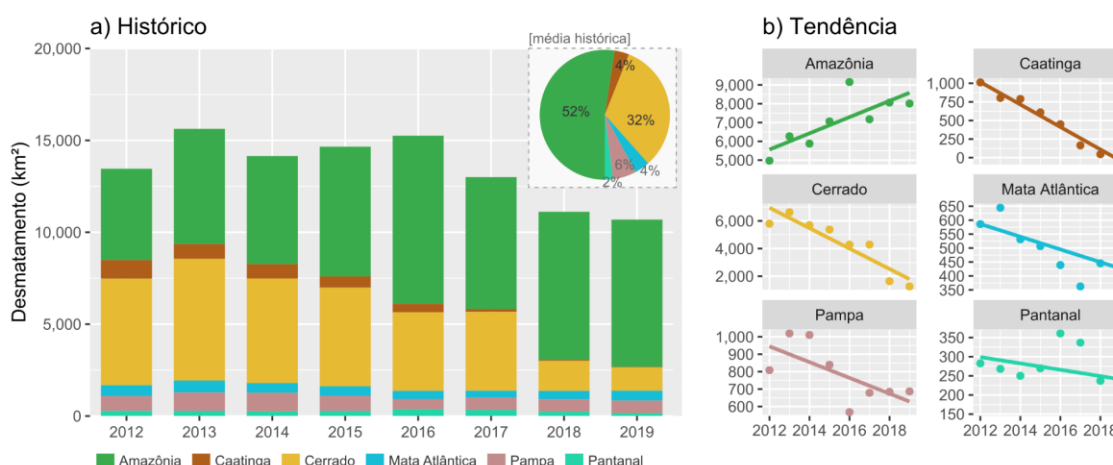
A totalidade dos resultados da análise descritiva está disponível no Apêndice 2.

### I. DESMATAMENTO NO BRASIL, 2012-2019

Durante décadas, a região amazônica foi o foco da atenção no que diz respeito a processos de desmatamento. Nos últimos anos, com o surgimento da possibilidade de mapear o desmatamento histórico utilizando imagens de satélite da constelação Landsat, tornou-se possível avaliar a supressão de vegetação com dados anuais em todos os biomas brasileiros (Figura 5-1a).

**Os dados mostram que, além da Amazônia, o desmatamento nos biomas Pampa e Cerrado merece atenção. No Pampa, a supressão de vegetação computada pelo MapBiomas impressiona quando comparada à extensão total do bioma. O mesmo vale para o Cerrado.**

O desmatamento acelerou no bioma Amazônia e desacelerou nos demais biomas. No Cerrado, em particular, que representa 32% da média histórica do desmatamento (Figura 5-1a), o volume anual de desmatamento caiu de ~6 mil km<sup>2</sup> para ~2 mil km<sup>2</sup>. Houve, portanto, um efeito-substituição entre a Amazônia e os demais biomas, com destaque para o Cerrado (Figura 5-1b).



**Figura 5.1. (a) Evolução do desmatamento em vegetação primária no Brasil e sua média histórica por tipo de bioma; e (b) os pontos indicam o Desmatamento (km<sup>2</sup>) e a linha indica a tendência, 2012-2019.**

Dados calculados com base no produto do MapBiomas (coleção 6).

Em termos relativos, considerando a área de vegetação remanescente em cada bioma em 2012, Pampa e Cerrado foram os que mais desmataram. A Amazônia desmatou menos do que o que seria esperado segundo a sua participação na área total de vegetação remanescente. Já a Caatinga e a Mata Atlântica desmataram substancialmente menos do que suas participações na área de vegetação remanescente. O Pantanal desmatou a mesma proporção de sua participação (Tabela 5-1).

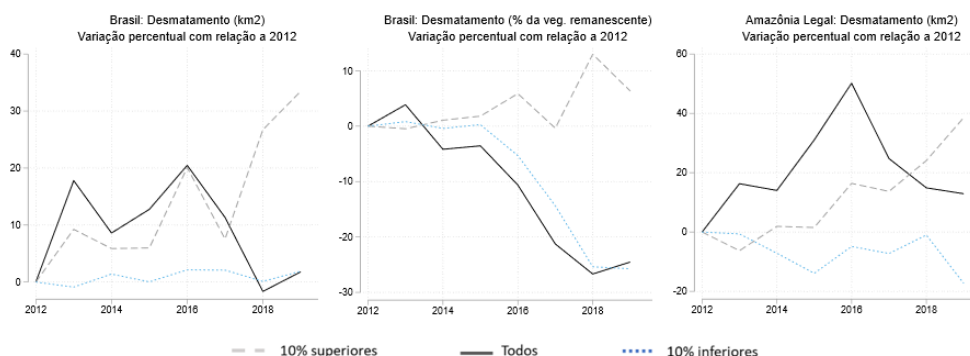
**Tabela 5-1. Representatividade de cada bioma brasileiro na parcela de vegetação nativa remanescente e no desmatamento acumulado (2012-2019)**

Bioma	(A) Parcela da veg. Nativa, 2012 (%)	(B) Parcela do desmatamento, 2012-2019 (%)	B/A
Amazônia	61	52	0,85
Cerrado	19	32	1,68
Caatinga	9	4	0,44
Mata Atlântica	6	4	0,66
Pampa	2	6	3,00
Pantanal	2	2	1,00

Nota: Dados (A) e (B) calculados com base em MapBiomas (coleção 6). A descrição metodológica para (B) está descrita no Apêndice A1. 2. Documentação dos procedimentos e tratamento de dado.

Historicamente, o desmatamento é um processo concentrado na chamada “fronteira do desmatamento”. No período abordado neste estudo (2012-2019), tendo o município como unidade de observação, verifica-se que o desmatamento manteve uma tendência concentradora. Ou seja, cresceu de forma mais intensa em municípios onde já era elevado e, também, nas regiões de fronteira de desmatamento. Esse processo faz com que a localização das fronteiras se desloque a uma velocidade baixa.

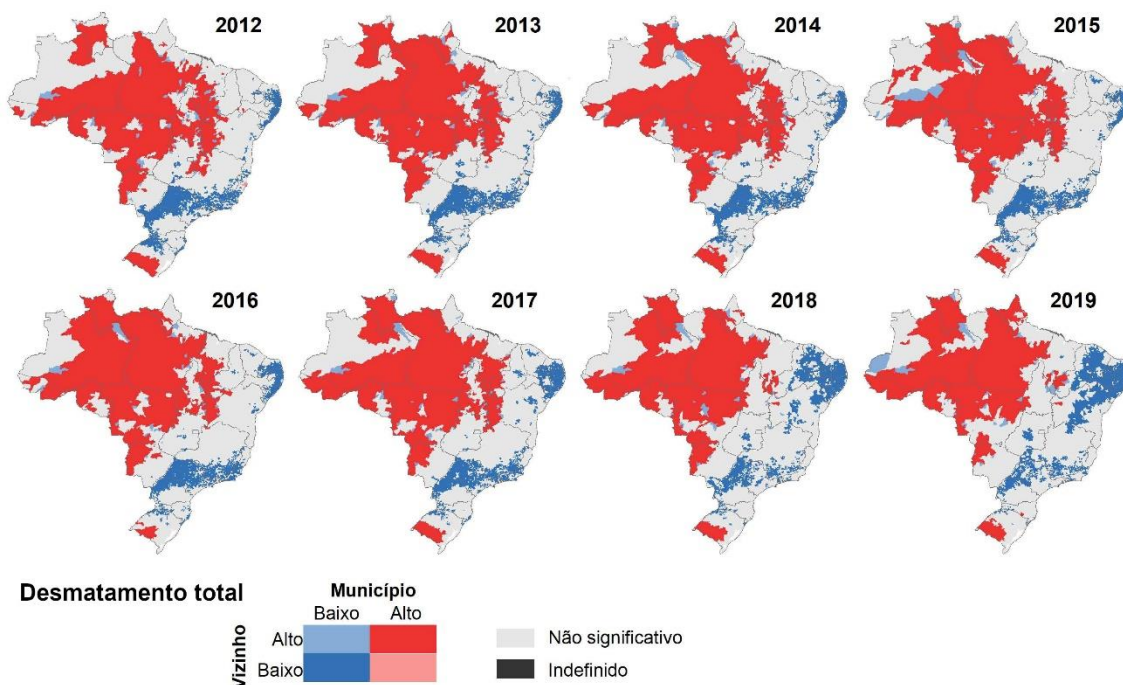
De fato, ao selecionarmos os 10% de municípios que mais desmataram no Brasil (decil superior da distribuição), notamos um crescimento forte do volume de desmatamento: +33% entre 2012 e 2019 (Figura 5-2). Esse padrão foi ainda mais forte na Amazônia Legal, com um crescimento próximo dos 40% no decil superior.



**Figura 5 2. Desmatamento nos municípios do Brasil e da Amazônia Legal, 2012-2019. Dados calculados com base em MapBiomas (coleção 6).**

Notas: Todos os gráficos foram normalizados para partirem de 0 em 2012. Os valores do eixo vertical representam percentuais. Por exemplo, o valor +10 indica um aumento de 10% com relação a 2012. Os recortes utilizados são: todos os municípios do Brasil (gráficos da esquerda) ou da Amazônia Legal (gráfico da direita) bem como os municípios que compõem os decis superior e inferior de cada distribuição.

Devido à tendência de crescimento do desmatamento na região amazônica e ao volume elevado de desmatamento (relativamente à área remanescente) nos biomas Pampa e Cerrado, a concentração do desmatamento (cor vermelha na Figura 5-3) aponta para esses três biomas.



**Figura 5 3. Mapa de espalhamento de Moran obtido para a variável desmatamento total dos municípios.**

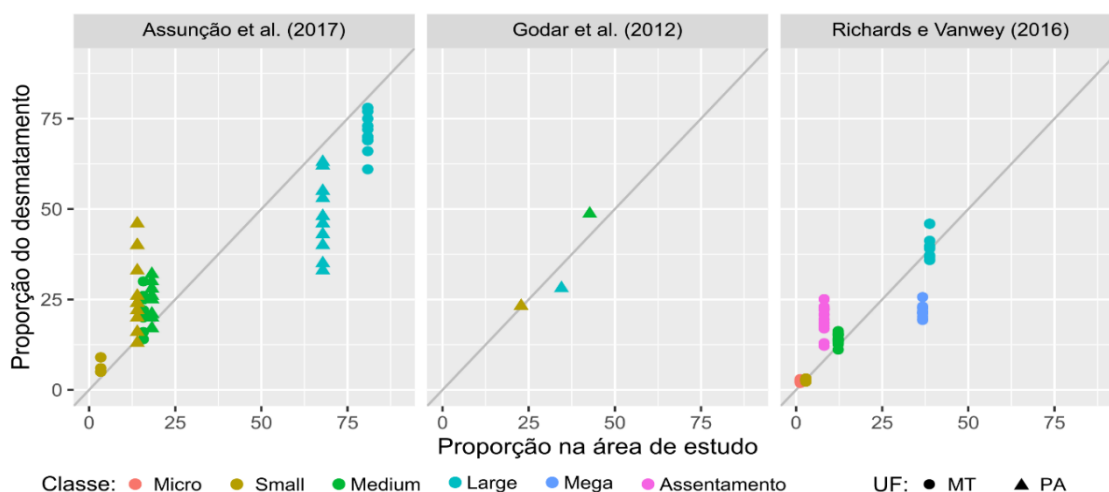
**Dados calculados com base em MapBiomias (coleção 6).**

Notas: Os municípios em vermelho apresentam alto desmatamento e são cercados por vizinhos com a mesma tendência. Essa lógica se estende para as demais cores, conforme estabelecido na legenda interna. A metodologia está descrita no Apêndice A5.2 – Análise de dependência espacial

O desmatamento por categoria fundiária e por tamanho de propriedade é muito heterogêneo, no tempo e no espaço, e não permite uma mensagem unívoca sobre qual tipologia de propriedade é responsável pelo processo.

Para demonstrar a heterogeneidade do desmatamento frente ao tamanho das propriedades, fez-se, inicialmente, uma compilação de dados de três artigos científicos que avaliaram o desmatamento por faixa de tamanho de propriedade em períodos anteriores ao deste estudo. Essa compilação indica que, ao se levar em conta a área total ocupada por cada tipologia de propriedade, não há uma mensagem clara sobre qual tipologia é mais responsável pelo desmatamento.

Por exemplo, como mostra a Figura 5-4, as grandes propriedades desmataram menos relativamente à proporção que ocupam na área total nos estudos de Assunção et al. (2017), que cobriu Pará e Mato Grosso, e Godar et al. (2012), com dados do Pará. Já no estudo de Richards e Vanwey (2016), com dados de Mato Grosso, as propriedades grandes desmataram menos em alguns momentos e mais em outros. As propriedades pequenas desmataram mais, em termos relativos, no estudo de Assunção et al. (2017), e desmataram aproximadamente o que seria esperado pelos seus tamanhos nos outros dois estudos. Não existe, portanto, uma conclusão unívoca.



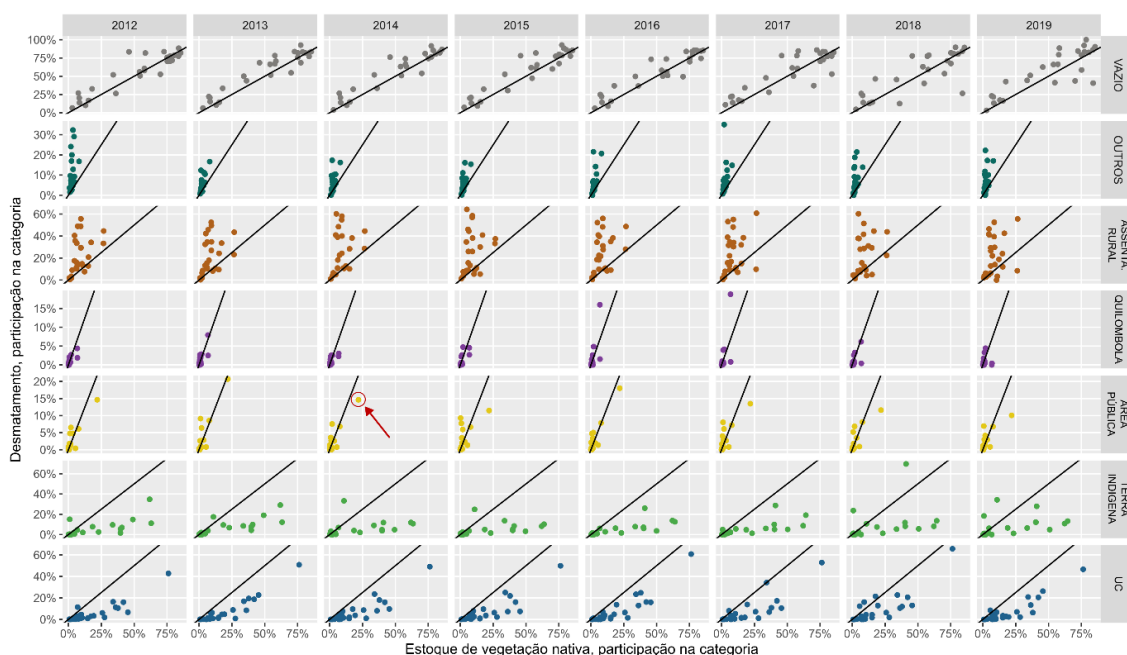
**Figura 5.4. Metanálise de desmatamento nas Unidades da Federação (UFs) por tamanho de propriedades na região da Amazônia, com base nos resultados declarados por Assunção et al. (2017), Godar et al. (2012) e Richards e Vanwey (2016).**

Nota: pontos à esquerda da faixa transversal indicam maior responsabilidade relativa pelo desmatamento – as propriedades nessa parte do gráfico desmataram mais do que o que seria esperado pela área total

que ocupam; pontos à direita da faixa transversal indicam menor responsabilidade relativa pelo desmatamento – as propriedades nessa parte do gráfico desmataram menos do que o que seria esperado pela área total que ocupam.

Utilizando os dados mais recentes compilados para este estudo, o recorte do desmatamento por tipologia fundiária mostrou que as áreas classificadas como assentamentos rurais são aquelas que têm maior desmatamento, relativamente à área de vegetação remanescente que ocupam, dentre todas as categorias fundiárias. As terras indígenas e as unidades de conservação registram a situação inversa: menor desmatamento relativo frente às demais categorias. Os vazios fundiários (áreas sem atribuição de propriedade) e as demais terras públicas (áreas militares, imóveis públicos) apresentam situações bastante heterogêneas, dependendo da UF (Figura 5-5).

Na Figura 5-5, cada ponto é a agregação do desmatamento total na UF e na classe fundiária indicada no eixo da direita. Pontos à esquerda da faixa transversal indicam maior responsabilidade relativa pelo desmatamento – as propriedades nessa parte do gráfico desmataram mais do que o que seria esperado pela área que ocupam de vegetação remanescente; pontos à direita da faixa transversal indicam menor responsabilidade relativa pelo desmatamento – as propriedades nessa parte do gráfico desmataram menos do que o que seria esperado pela área que possuem de vegetação remanescente. Por exemplo, o ponto destacado em vermelho mostra uma UF em que, em 2014, o desmatamento em áreas públicas representou em torno de 15% do desmatamento total daquela UF, ao passo que o estoque de vegetação nativa remanescente em áreas públicas estava em torno de 25% do estoque total remanescente. Com isso, conclui-se que o desmatamento em áreas públicas naquela UF, em 2014, foi relativamente menor do que o que seria esperado pela área que ocupam no território.



**Figura 5 5. Terras públicas, infraestrutura e zonas urbanas: distribuição do desmatamento e do estoque de vegetação nativa de cada Unidade da Federação (UF), considerando as classes fundiárias de terras públicas, infraestrutura e zonas urbanas e sua participação no valor total do desmatamento.**

Notas: as terras rurais privadas não estão representadas nesta figura. Todas as classes fundiárias apresentadas, exceto “outros”, fazem parte da categoria fundiária “terras públicas”. A classe “outros” contém os corpos d’água, a malha de transporte e as áreas urbanas. Mais detalhes na Tabela A4. 3.

Avaliando especificamente as propriedades privadas, que podem ser desagregadas por faixa de tamanho, observa-se que o maior volume do desmatamento está nas grandes propriedades (~42,4% em 2019), que também detinham a maior parcela de área de vegetação remanescente (55,2%) (Tabela 5-2). Além disso, os dados do período 2012-2019 mostram que a proporção do desmatamento situado em propriedades classificadas como grandes pelo Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (Incra) caiu ~4,1 pp. Ao mesmo tempo, a participação da área total de vegetação remanescente situada nas grandes propriedades cresceu levemente.

**Tabela 5-2. Participação das propriedades grandes na proporção de vegetação remanescente e na proporção do desmatamento total, Brasil, 2012-2019**

Ano	Prop. de desmatamento em terras privadas <sup>1</sup> (Grande / Total)	Prop. de veget. Remanescente em terras privadas <sup>2</sup> (Grande / Total)
2012	46,5%	54,5%
2013	48,1%	54,5%
2014	45,1%	54,6%
2015	42,8%	54,8%
2016	42,1%	54,9%
2017	42,6%	55,0%
2018	44,4%	55,1%
2019	42,4%	55,2%

Nota: Dados calculados com base em MapBiomias (coleção 6) e Incra (tamanho das propriedades). Agregação do desmatamento com base em propriedades classificadas apenas como grandes. A metodologia está descrita no Apêndice A6.3 – Relações Territoriais.

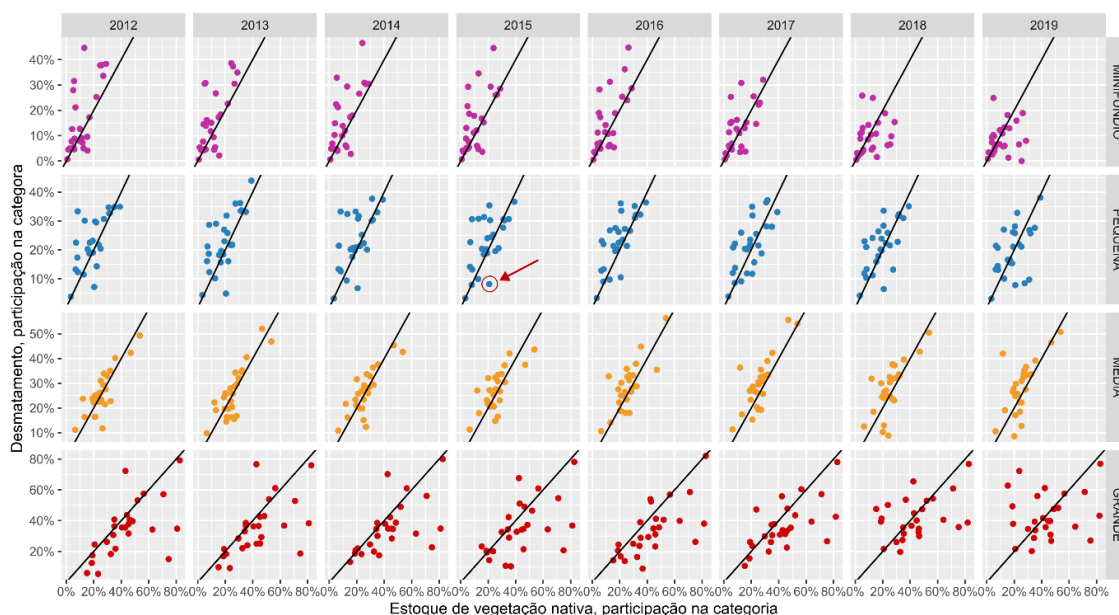
1 Área de desmatamento anual (km<sup>2</sup>) em propriedades classificadas como grandes dividida pela área de desmatamento anual (km<sup>2</sup>) em todas as propriedades privadas.

2 Área de vegetação remanescente (km<sup>2</sup>) em propriedades classificadas como grandes dividida pela área de vegetação remanescente (km<sup>2</sup>) em todas as propriedades privadas.

A análise dos dados do período 2012-2019 mostra que nenhuma das faixas de tamanho de propriedades desmatou consistentemente mais do que o que seria esperado pela área de vegetação remanescente que ocupa. Os minifúndios desmataram mais do que o que seria esperado entre 2012 e 2016, mas o cenário começou a mudar a partir de 2017. As propriedades pequenas tiveram situação ambígua, ora desmatando mais, ora menos, a depender do estado e do ano. As propriedades médias se situaram, regra geral, próximas da faixa de igualdade entre o nível de desmatamento e o nível esperado. Já as propriedades grandes desmataram menos, em termos relativos, nos anos de 2012-2017



na maioria dos estados, mas passaram a desmatar mais, em termos relativos, em alguns estados a partir de 2018 (Figura 5-6).



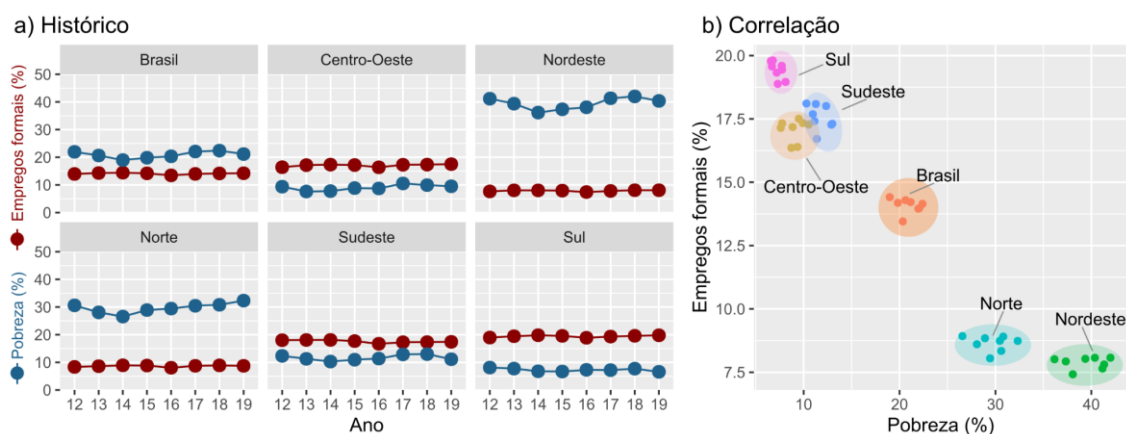
**Figura 5.6. Terras rurais privadas: distribuição do desmatamento e do estoque de vegetação nativa de cada Unidade da Federação (UF), considerando as classes de tamanho das propriedades e sua participação no valor total da categoria de propriedades privadas.**

Notas: as terras públicas, áreas de infraestrutura e zonas urbanas não estão representadas nesta figura. Todas as classes fundiárias apresentadas fazem parte da categoria fundiária “terras privadas”. Mais detalhes na Tabela A4. 3. Cada ponto na figura é a agregação do desmatamento total na UF e na faixa de tamanho indicada no eixo da direita. Pontos à esquerda da faixa transversal indicam maior responsabilidade relativa pelo desmatamento – as propriedades nessa parte do gráfico desmataram mais do que o que seria esperado pela área total que ocupam; pontos à direita da faixa transversal indicam menor responsabilidade relativa pelo desmatamento – as propriedades nessa parte do gráfico desmataram menos do que o que seria esperado pela área total que ocupam. Por exemplo, o ponto destacado em vermelho mostra uma UF em que, em 2015, o desmatamento nas propriedades pequenas representou em torno de 10% do desmatamento total daquela UF, ao passo que o estoque de vegetação nativa remanescente nas propriedades pequenas era de aproximadamente 20% do estoque total remanescente. Com isso, conclui-se que as propriedades pequenas naquela UF, em 2015, desmataram relativamente menos do que o que seria esperado pela área que ocupavam.

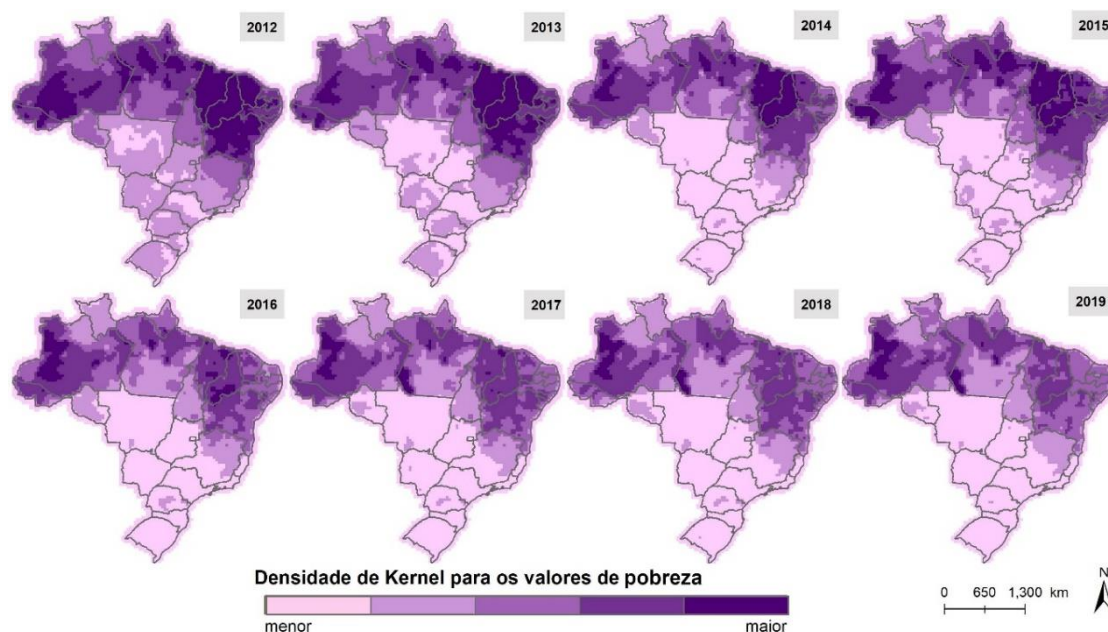
## II. POBREZA E EXTREMA POBREZA NO BRASIL, 2012-2019

A pobreza e a extrema pobreza são fenômenos essencialmente do Norte e do Nordeste do país. A disparidade entre essas duas regiões e as demais regiões do Brasil é nítida

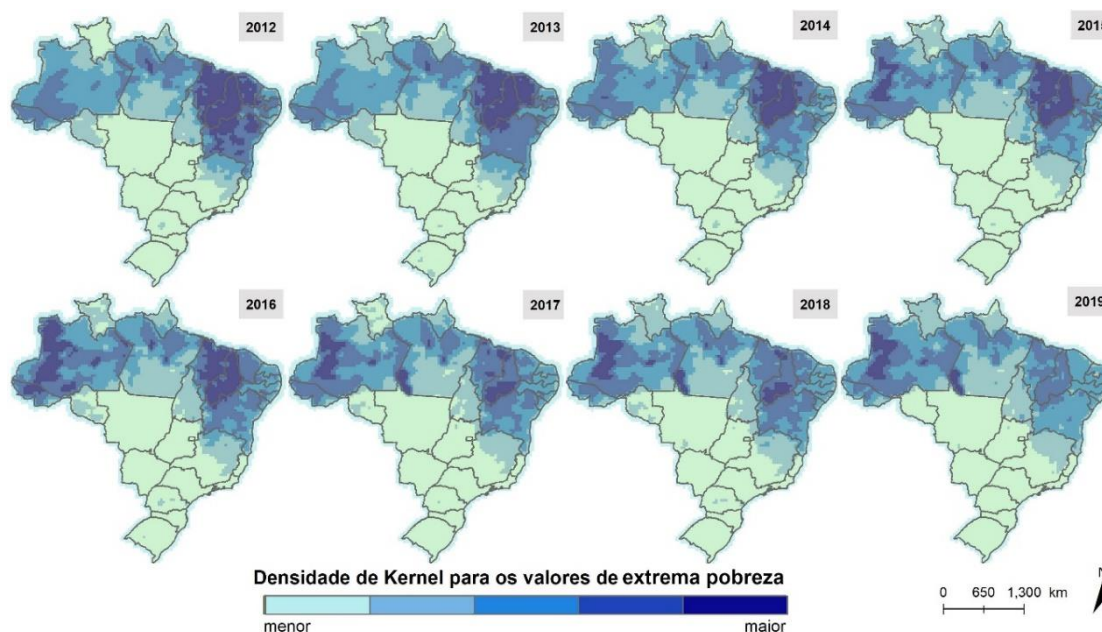
(Figuras 5-7 a 5-9). Por exemplo, o painel b) da Figura 3-1 mostra claramente que o Norte e o Nordeste se situam em posição oposta à das demais regiões em termos de incidência de pobreza e emprego formal. Isso sugere que o potencial impacto de políticas sociais sobre o desmatamento tende a ser maior no Norte e no Nordeste.



**Figura 5.7. (a) Evolução das variáveis pobreza e empregos formais, por região político-administrativa, 2012-2019; e (b) Correlação entre pobreza e empregos formais. Dados calculados com base na PNADc e MDS.**



**Figura 5-8. Distribuição espacial das taxas de pobreza no Brasil, 2012-2019, considerando a densidade de Kernel como estimador. Dados calculados com base na PNADc e MDS.**



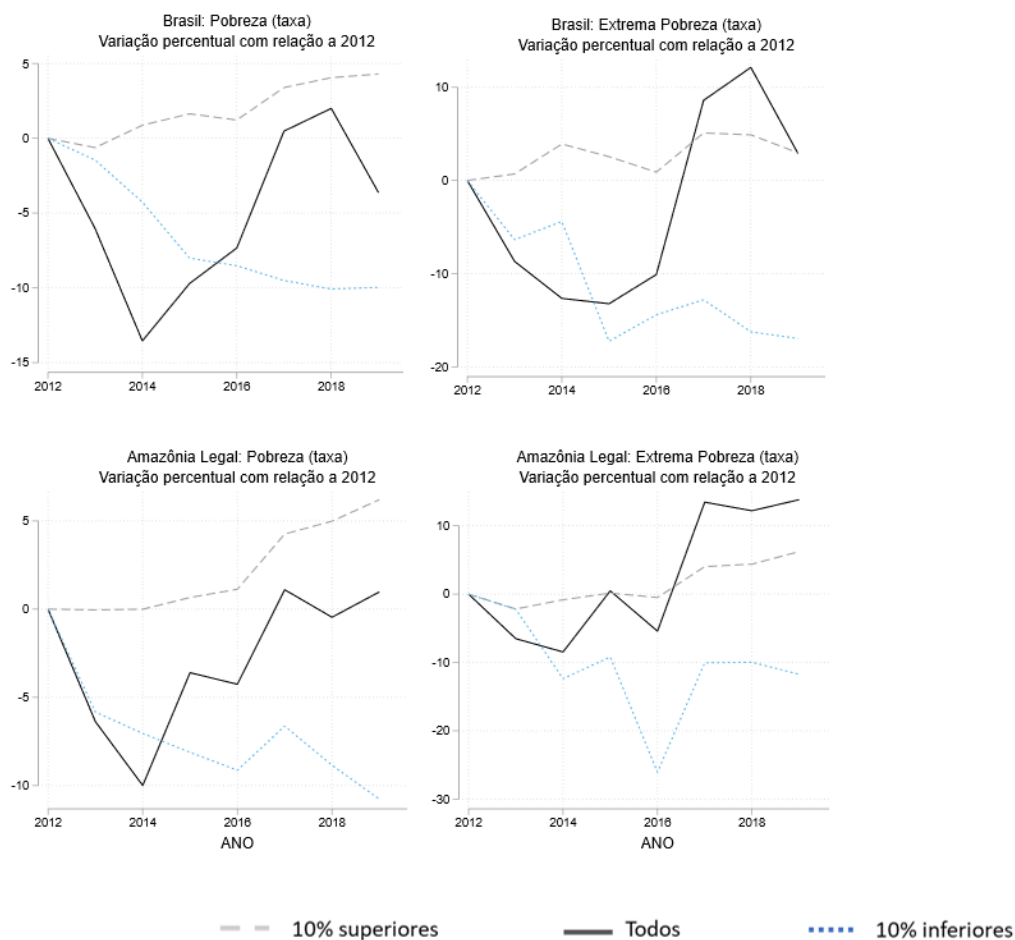
**Figura 5-9. Distribuição espacial das taxas de extrema pobreza no Brasil, 2012-2019, considerando a densidade de Kernel como estimador. Dados calculados com base na PNADc e MDS.**

A pobreza teve variação de ~15 p.p. no período 2012-2019. Apresentou dois movimentos contrários: queda até 2014 e alta a partir de 2015. Por consequência, os dados no período estudado contemplam uma variedade de situações que permite identificar tanto situações de empobrecimento quanto situações de redução da pobreza (Figura 5-10).

A pobreza apresentou processo de concentração/aumento da desigualdade: aumentou ~4 p.p. nos 10% de municípios que já tinham as maiores taxas de pobreza e caiu ~10 p.p. nos 10% de municípios que já tinham as menores taxas (Figura 5-10).

A extrema pobreza teve variação de ~22 p.p. no período 2012-2019. Assim como a pobreza, apresentou dois movimentos contrários no período analisado: queda até 2015 e alta a partir de 2016. Em nossa base de dados anual, a extrema pobreza demorou um ano a mais para responder à crise de 2014-2015 do que a pobreza (Figura 5-10).

A extrema pobreza também apresentou processo de aumento da concentração/desigualdade: aumentou ~4 p.p. nos 10% de municípios que já tinham as maiores taxas de extrema pobreza e caiu ~16 p.p. nos 10% de municípios que já tinham as menores taxas (Figura 5-10). Esse padrão também é válido para a Amazônia Legal.

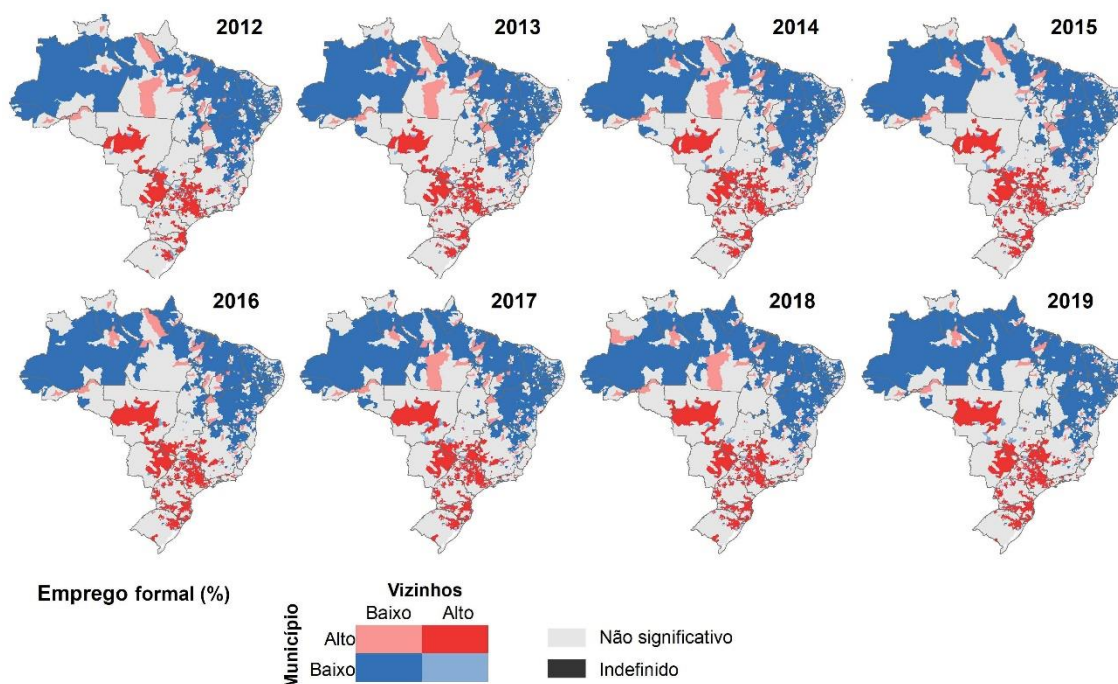


**Figura 5 10. Pobreza e extrema pobreza nos municípios do Brasil e da Amazônia Legal, 2012-2019. Dados calculados com base na PNADc e MDS.**

Notas: Todos os gráficos foram normalizados para partirem de 0 em 2012. Os valores do eixo vertical representam percentuais. Por exemplo, o valor +10 indica um aumento de 10% com relação a 2012. Os recortes utilizados são: todos os municípios do Brasil (gráficos da esquerda) ou da Amazônia Legal (gráfico da direita) bem como os municípios que compõem os decis superior e inferior de cada distribuição.

### III. EMPREGO FORMAL NO BRASIL, 2012-2019

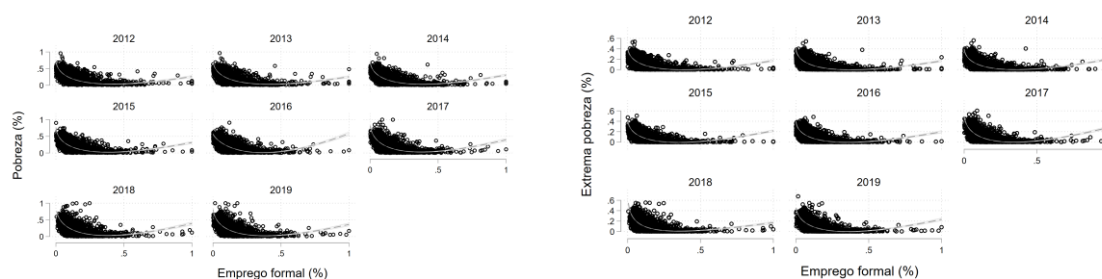
O emprego formal é um fenômeno com distribuição espacial semelhante à da pobreza: os menores níveis estão concentrados no Norte e Nordeste do país e os maiores estão, no Sul, Sudeste e Centro-Oeste (Figura 5-11).



**Figura 5 11. Mapa de espalhamento de Moran obtido para a variável emprego formal dos municípios. Os municípios em vermelho apresentam alto emprego formal e são cercados por vizinhos com a mesma tendência. Essa lógica se estende para as demais cores, conforme estabelecido na legenda interna. Dados calculados com base na RAIS.**

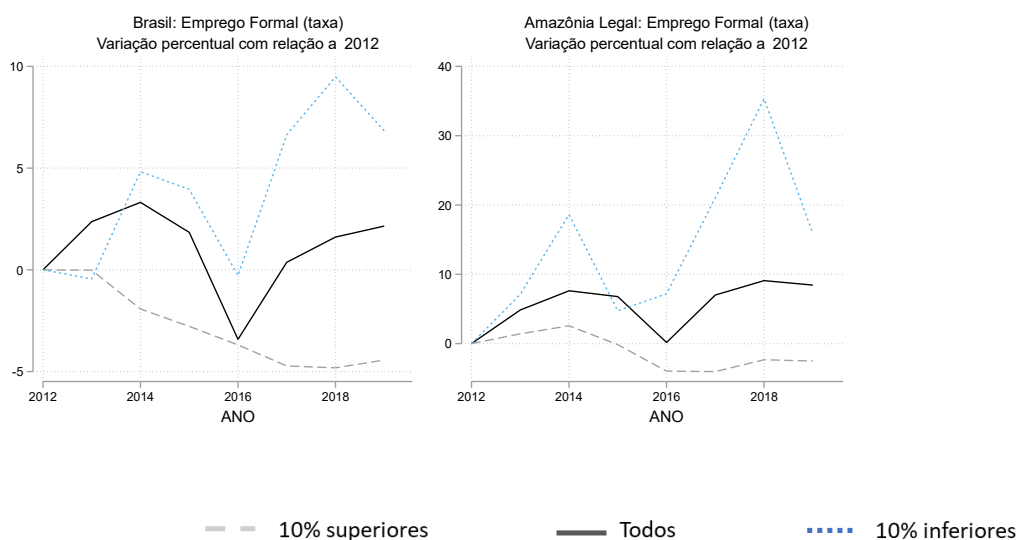
A distinção entre valores “altos” e “baixos” é obtida da seguinte forma: calcula-se o valor normalizado  $(V_m - X_{md}/dp)$ , onde  $V_m$  é o valor obtido para cada município,  $X_{md}$  é a média de todos os municípios e  $dp$  é o desvio-padrão. Valores positivos são chamados de “altos” e valores negativos de “baixos”.

O emprego formal possui forte correlação negativa com pobreza e com extrema pobreza. Ou seja, onde a pobreza é mais alta, o emprego formal tende a ser mais baixo (3-1b e Figura 5-12). Isso sugere que movimentos no emprego formal tendem a ser acompanhados de movimentos na pobreza, em direções inversas.



**Figura 5 12. Correlação entre emprego formal (eixo horizontal) e Pobreza/Extrema pobreza (eixo vertical) dos municípios. Dados calculados com base na RAIS, PNADc e MDS.**

O Emprego formal teve variação relativamente baixa ao longo do período 2012-2019: ~6 p.p. Além disso, apresentou dinâmica de convergência: cresceu nos 10% de municípios que tinham os menores níveis de emprego formal em 2012 e caiu nos 10% de municípios que tinham os maiores níveis (Figura 5-13). Esse padrão é válido tanto para o Brasil quanto para a Amazônia Legal.



**Figura 5 13. Emprego formal nos municípios do Brasil e da Amazônia Legal, 2012-2019. Dados calculados com base na RAIS.**

Notas: Todos os gráficos foram normalizados para partirem de 0 em 2012. Os valores do eixo vertical representam percentuais. Por exemplo, o valor +10 indica um aumento de 10% com relação a 2012. Os recortes utilizados são: todos os municípios do Brasil (gráficos da esquerda) ou da Amazônia Legal (gráfico da direita) bem como os municípios que compõem os decis superior e inferior de cada distribuição.

**Regionalmente, observa-se que as regiões Norte e Nordeste possuem taxas de emprego formal que representam aproximadamente a metade daquelas das demais regiões (Figura 5-7b). Da mesma forma, as taxas de pobreza das regiões Norte e Nordeste são, em média, três vezes superiores às das demais regiões (Figura 5-7b). Assim, é de se esperar que mudanças no nível de privação econômica tenham maior efeito potencial sobre variáveis ambientais nas regiões Norte e Nordeste.**

## 6.

# As privações econômicas estão associadas ao desmatamento

**Resultado central do estudo: processos de redução da pobreza e/ou aumento da formalização do trabalho estão associados a quedas no desmatamento.**

Na análise econométrica, identificou-se uma relação robusta entre pobreza (ou extrema pobreza), emprego formal e desmatamento. As regressões sugerem a possibilidade de uma relação causal em que reduções de pobreza (ou extrema pobreza) levariam a uma queda no desmatamento. O modelo foi especificado no sentido de testar a resposta do desmatamento às variáveis socioeconômicas. No entanto, a metodologia empregada não permite descartar a possibilidade de causalidade reversa – ou seja, quedas no desmatamento causando quedas na pobreza e aumentos na formalização do trabalho.

Da mesma forma, a relação encontrada sugere que políticas voltadas a aumentar o número de empregos formais (número de pessoas com contrato regular de trabalho como proporção da população total) poderiam ser um canal para diminuir a pobreza e o desmatamento, promovendo o crescimento sustentável.

**A relação encontrada é válida para o Brasil de forma agregada e para a Amazônia Legal de forma específica. Nas demais partes do Brasil, a relação encontrada não se mostrou válida.**

Os resultados econométricos se mostraram válidos para o desmatamento ocorrido em propriedades classificadas como médias em áreas de domínio privado. Não se mostraram válidos para o desmatamento em propriedades grandes e apresentaram menor magnitude em propriedades pequenas e minifúndios. O recorte dos resultados por tamanho de propriedade não foi realizado em outras categorias fundiárias porque a base de dados fundiários não permite que se identifique tamanho de propriedades rurais fora de propriedades privadas.

Os resultados passaram por diferentes testes de robustez. A exclusão das áreas de conservação e terras demarcadas dos pesos espaciais aplicados às observações não mudou os resultados. A utilização das variáveis explicativas com defasagem temporal de um ou dois anos também não os alterou substancialmente.

**A análise espacial, considerando os efeitos de vizinhança, mostra que as políticas públicas precisam ser promovidas regionalmente, integrando municípios e**

**potencializando a redução do desmatamento. Políticas isoladas em alguns municípios tendem a ser pouco eficazes devido ao vazamento dos fatores associados ao desmatamento (mão de obra, entre outros) dos municípios vizinhos.**

A Tabela 6-1 apresenta uma síntese dos resultados. Como se pode observar, para o caso do Brasil e da Amazônia Legal, os modelos foram estimados com diferentes especificações. A segunda coluna Desmatamento (t) sintetiza os resultados dos modelos principais.



Como se pode observar, os indicadores de pobreza e de emprego formal estão associados a uma diminuição do desmatamento tanto no Brasil quanto na Amazônia Legal. Esse padrão se mantém quando a associação é avaliada de forma não contemporânea, ou seja, privações no período t associadas ao desmatamento em t+1 ou t+2 (colunas Desmatamento (t+1) e (t+2)).

Uma questão que chama atenção é a persistência dos resultados quando analisados no tocante às variáveis dos vizinhos. A variáveis de extrema pobreza dos municípios vizinhos, por exemplo, se mostram estatisticamente significantes com diferentes especificações dos modelos, permanecendo associadas a uma queda do desmatamento. O mesmo vale para o emprego formal dos municípios vizinhos.

Outro fato interessante está na última coluna, referente ao desmatamento apenas em propriedades grandes, segundo a classificação do Incra. Nesse caso, as variáveis de pobreza e mercado formal parecem não explicar as variáveis no nível do desmatamento nas unidades de análise. Isso pode ocorrer por diversas razões – uma das hipóteses é que o processo gerador responde a fatores não controlados no modelo.

**Tabela 6-1. Síntese dos resultados econométricos**

	Desmatamento total (t)	Desmatamento total (t+1)	Desmatamento total (t+2)	Desmatamento em terras privadas (t)	Desmatamento em prop. pequenas (t)	Desmatamento em prop. médias (t)	Desmatamento em prop. grandes (t)
<b>Impactos no Brasil:</b>							
↓ Extrema pobreza (t)	✓	✓	●	✓	●	●	●
↓ Extrema pobreza (t) - viz.	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
↓ Pobreza (t)	✓	✓	●	✓	●	●	●
↓ Pobreza (t) - viz.	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
↑ Emprego formal (t)	✓	✓	✓	●	●	✓	●
↑ Emprego formal (t) - viz.	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
<b>Impactos na Amazônia Legal:</b>							
↓ Extrema pobreza (t)	✓	✓	●	✓	●	●	●
↓ Extrema pobreza (t) - viz.	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
↓ Pobreza (t)	✓	✓	●	✓	●	●	●
↓ Pobreza (t) - viz.	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
↑ Emprego formal (t)	✓	✓	✓	●	●	✓	●
↑ Emprego formal (t) - viz.	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Legenda:  
 Associado à diminuição do desmatamento  
 Resultados não significativos estatisticamente

Consideraram-se como resultados associados ao desmatamento os conjuntos de modelos com ao menos 5% de significância estatística. (t) corresponde ao período corrente; (t+1), por sua vez, indica os modelos com defasagem temporal, de modo que variações nas variáveis no período t podem estar associadas ao nível do desmatamento



no período seguinte; a interpretação é análoga para (t+2). O indicador “Viz.” corresponde aos resultados das variáveis da vizinhança da região.

## I. DETALHAMENTO DOS RESULTADOS

Todos os coeficientes aqui apresentados oferecem a seguinte interpretação: tudo mais constante, o aumento de uma unidade na variável explicativa do modelo está associado à variação de [valor do coeficiente] % no desmatamento total, na média dos municípios avaliados.

A Tabela 6-2 apresenta quatro resultados de modelos diferentes para o Brasil: 1) privação econômica capturada pelas variáveis extrema pobreza e emprego formal; 2) privação econômica capturada pelas variáveis pobreza e emprego formal; 3) especificação semelhante a (1), mas incluindo os efeitos de vizinhança (modelo econométrico espacial); e 4) especificação semelhante a (2), mas incluindo os efeitos de vizinhança.

Como se pode observar, no modelo (1) a redução de 1 ponto percentual na variável de extrema pobreza – o que, se acontecesse em todos os municípios do Brasil simultaneamente, representaria em torno de 136 mil pessoas a menos em extrema pobreza (considerando os dados de 2019) – está associado à queda de ~2,1% no desmatamento total – em torno de 22,5 mil hectares a menos, aproximadamente o tamanho do município de Recife. No mesmo modelo, observa-se que o aumento de 1 ponto percentual na proporção de pessoas em emprego formal – o que, no Brasil inteiro, representaria em torno de 462 mil pessoas adicionais com emprego formal (sempre com dados de 2019) – diminuiria em ~1,6% o desmatamento total – em torno de 17 mil hectares a menos desmatados, aproximadamente a área do município de Natal. Ambos os resultados se mostraram estatisticamente significantes ao nível de significância de 1%.

Ainda com enfoque nas variáveis de pobreza, o modelo (2) indica que a queda de 1 ponto percentual na variável de Pobreza – o que corresponderia a aproximadamente 304 mil pessoas a menos nessa condição no Brasil inteiro em 2019 – está associada à queda de ~1,1% no desmatamento total – em torno de 12 mil hectares para o Brasil como um todo. Para a análise do emprego formal, observa-se que o aumento de 1 ponto percentual na proporção de pessoas em emprego formal diminui em ~1,6% o desmatamento total. Novamente, os resultados se mostraram estatisticamente significantes ao nível de significância de 1%.

Os modelos (3) e (4) acrescentam controles das variáveis dos vizinhos, calculadas a partir de uma matriz de vizinhança. Nesses casos, a inclusão das defasagens espaciais separa o efeito decorrente da pobreza observada dentro do município do efeito da pobreza observada nos municípios vizinhos. Ao se fazer essa distinção, há uma

diminuição do efeito dos indicadores de pobreza exclusivamente do município; por exemplo, o coeficiente da variável pobreza cai de 2,1% para 1,3%. Porém, ao se considerar tanto o município quanto os vizinhos, o efeito sobre o desmatamento cresce: a soma dos coeficientes da variável pobreza e pobreza dos vizinhos atinge 2,7%.

Assim, por exemplo, na análise de extrema pobreza, caso se leve em conta o efeito de vizinhança (modelo 3), a queda do desmatamento associada a uma queda geral de 1% da extrema pobreza passa de 22,5 mil hectares para 29 mil hectares. Além disso, desses 29 mil hectares, em torno de 70% estão associados à queda da extrema pobreza nos municípios vizinhos, o que mostra que a interconexão entre processos de desmatamento entre municípios vizinhos é muito grande.

**Tabela 6-2. Resultados do modelo econométrico para o Brasil.**

Covariadas	Variável dependente: ln (Desmatamento total)			
	(1)	(2)	(3)	(4)
% Extrema pobreza	2,145*** (0,383)		1,335** (0,521)	
% Extrema pobreza (Wx)			2,685*** (0,807)	
% Pobreza		1,136*** (0,263)		0,761*** (0,266)
% Pobreza (Wx)				1,950*** (0,505)
% Emprego formal	-1,621*** (0,473)	-1,563*** (0,463)	-1,612*** (0,520)	-1,564*** (0,516)
% Emprego formal (Wx)			-6,702*** (1,779)	-6,623*** (1,937)
Índice preço commodities	0,708*** (0,124)	0,761*** (0,128)	0,558*** (0,172)	0,548*** (0,179)
Índice preço commodities (Wx)			-0,031 (0,219)	0,046 (0,221)
Embargos e multas (ln)	0,031 (0,025)	0,031 (0,025)	0,028 (0,026)	0,029 (0,027)
Precipitação	0,082 (0,061)	0,077 (0,060)	-0,233 (0,173)	-0,237 (0,175)
Dens. rodovias	-0,000 (0,001)	-0,000 (0,001)	0,000 (0,001)	0,000 (0,001)
Embargos e multas (ln) (Wx)			-0,003 (0,033)	0,004 (0,033)
Precipitação (Wx)			0,000** (0,000)	0,000** (0,000)
Dens. rodovias (Wx)			-0,003 (0,002)	-0,003 (0,002)
EF Município	✓	✓	✓	✓
EF Ano	✓	✓	✓	✓
Observações (mil)	44.400	44.400	44.400	44.400
R <sup>2</sup>	0,92	0,92	0,92	0,92
R <sup>2</sup> (sem EF)	0,08	0,08	0,12	0,11

EF: Efeito fixo. P-valores: \* 10%; \*\* 5% e \*\*\* 1%. Desvios-padrão em parênteses calculados com cluster em nível de município. Foram omitidos os coeficientes das defasagens espaciais das demais variáveis explicativas.

A Tabela 6-3, por sua vez, manteve as especificações apresentadas para o Brasil, porém agora apenas para os municípios que constituem a Amazônia Legal Brasileira. Como se pode observar, no modelo (3), a redução em 1% de pessoas em situação de extrema pobreza simultaneamente em todos os municípios da região, o que corresponderia a 35 mil pessoas deixando essa condição, tem o potencial de reduzir em 3,3%, o equivalente a 27 mil hectares, o desmatamento na Amazônia Legal. Área superior ao tamanho do município de Recife.

O modelo (4) indica que a redução de 1% de pessoas em situação de pobreza em todos os municípios da região (74 mil pessoas) tem o potencial de reduzir em 2,3%, aproximadamente 18,7 mil hectares, o desmatamento na região. Já o aumento de 1%

em empregos formais em todos os municípios da região, ou 42 mil pessoas adicionais com emprego formal, teria o potencial de diminuir em 8,4%, ou 67,2 mil hectares, o desmatamento no país. Área maior do que o município de Florianópolis.

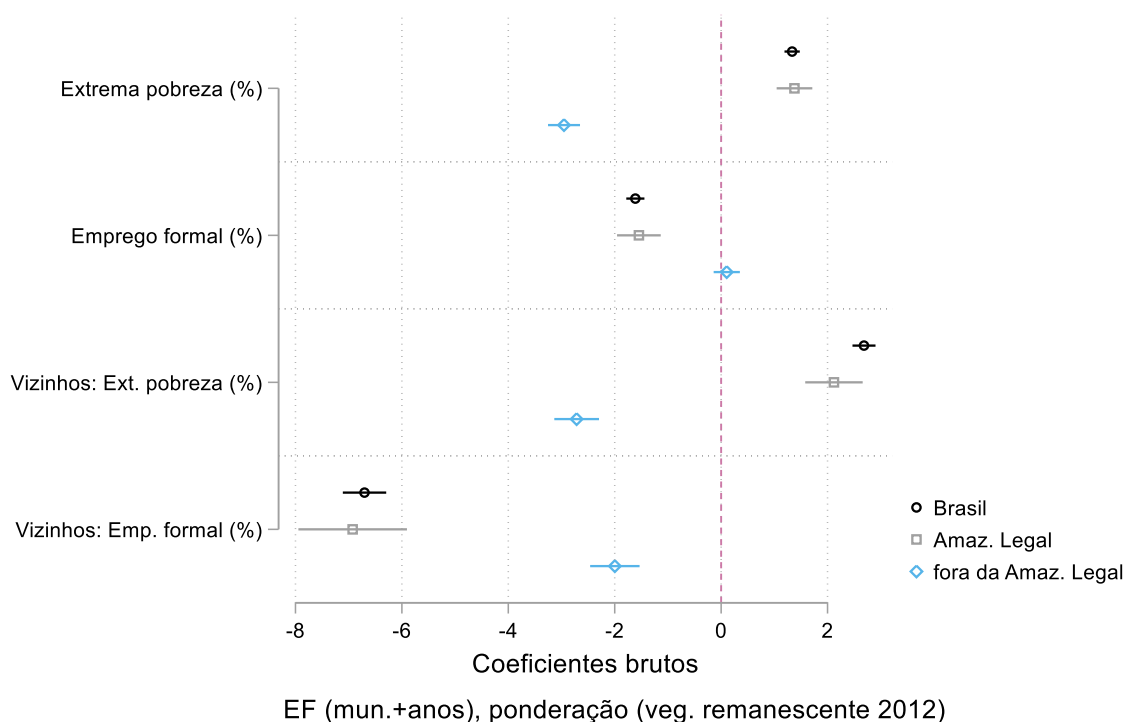
Os resultados para os demais modelos são muito semelhantes àqueles para o caso do Brasil. Parte dessa convergência dos dados se deve à ponderação das regressões, que faz com que municípios da Amazônia Legal Brasileira tenham mais peso quando comparados com municípios com pouca vegetação primária na linha de base.

**Tabela 6-3. Resultados do modelo econométrico para a Amazônia Legal Brasileira**

Covariadas	Variável dependente: ln (Desmatamento total)			
	(1)	(2)	(3)	(4)
% Extrema pobreza	1,784*** (0,466)		1,353** (0,529)	
% Extrema pobreza (Wx)			2,011* (1,065)	
% Pobreza		0,983*** (0,283)		0,747*** (0,272)
% Pobreza (Wx)				1,586** (0,648)
% Emprego formal	-1,447*** (0,478)	-1,398*** (0,470)	-1,531*** (0,503)	-1,478*** (0,503)
% Emprego formal (Wx)			-6,856*** (2,210)	-6,781*** (2,345)
Índice preço commodities	0,593*** (0,169)	0,640*** (0,171)	0,484** (0,219)	0,471** (0,227)
Índice preço commodities (Wx)			-0,088 (0,290)	-0,016 (0,281)
Embargos e multas (ln)	0,030 (0,025)	0,029 (0,026)	0,027 (0,027)	0,026 (0,028)
Precipitação	0,174** (0,083)	0,173** (0,083)	-0,243 (0,182)	-0,247 (0,183)
Dens. rodovias	0,002 (0,005)	0,002 (0,005)	0,004 (0,005)	0,004 (0,005)
Embargos e multas (ln) (Wx)			0,003 (0,037)	0,008 (0,037)
Precipitação (Wx)			0,001*** (0,000)	0,001*** (0,000)
Dens. rodovias (Wx)			-0,018* (0,010)	-0,018* (0,010)
EF Município	✓	✓	✓	✓
EF Ano	✓	✓	✓	✓
Observações (mil)	6.144	6.144	6.144	6.144
R <sup>2</sup>	0,90	0,90	0,91	0,91
R <sup>2</sup> (sem EF)	0,06	0,06	0,11	0,10

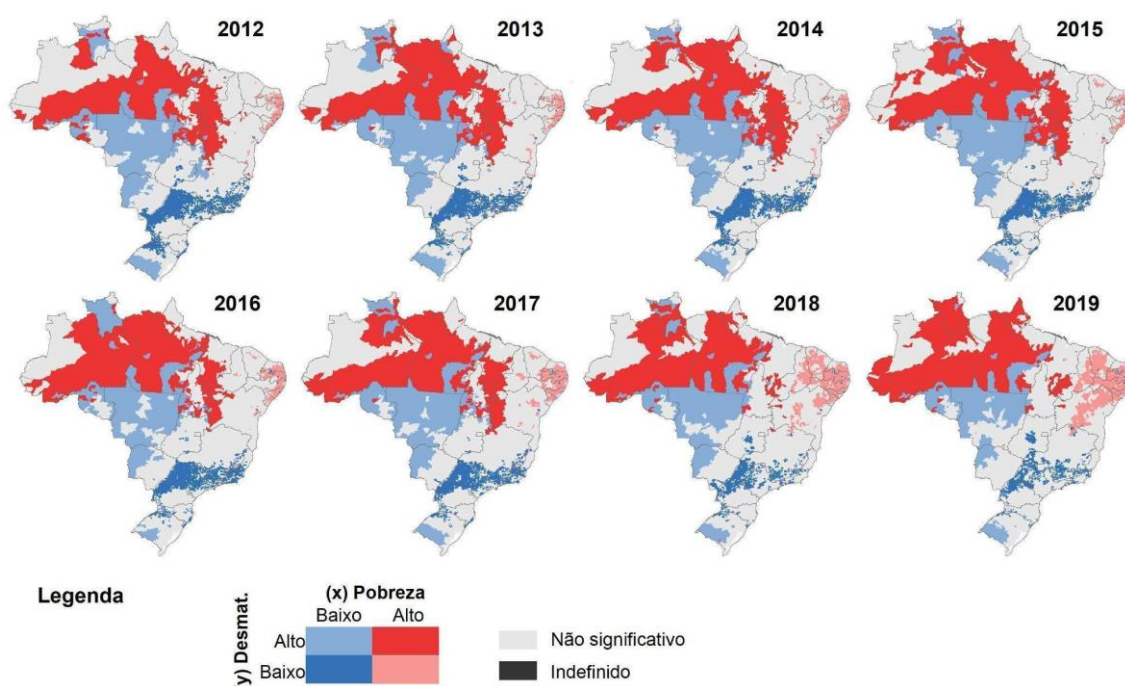
EF: Efeito fixo. P-valores: \* 10%; \*\* 5% e \*\*\* 1%. Desvios-padrão em parênteses calculados com cluster em nível de município. Foram omitidos os coeficientes das defasagens espaciais das demais variáveis explicativas.

A fim de ilustrar os efeitos capturados em diferentes formulações e modelos, a Figura 6-1 apresenta o resultado do coeficiente e sua variação para as principais variáveis considerando o Brasil, a Amazônia Legal e os municípios de fora da Amazônia Legal. Notam-se dois grupos distintos: no primeiro, a pobreza e o emprego formal são conjuntamente relevantes, caso dos municípios localizados na Amazônia Legal, que têm coeficientes positivos para as variáveis de pobreza e negativos para a de emprego formal; no segundo conjunto, a pobreza e o desmatamento apresentam relação invertida ou não significativa, caso dos municípios de fora da Amazônia Legal.



**Figura 6 1. Variação dos coeficientes brutos das principais variáveis do modelo econométrico, considerando o Brasil, a Amazônia Legal e os municípios de fora da Amazônia Legal. Nota: índices que cortam o eixo zero têm seus coeficientes sem significância estatística.**

A Amazônia Legal Brasileira, por ter a maior concentração de vegetação primária remanescente, as maiores taxas de desmatamento e uma das maiores concentrações da população em situação de pobreza e extrema pobreza, está dominando o comportamento do modelo no que diz respeito ao Brasil como um todo. De fato, o nexó entre privações econômicas e desmatamento apresenta uma clara divisão entre a região Norte, com alto desmatamento e alta pobreza, e a região Sudeste, com baixo desmatamento e baixa pobreza. O mesmo padrão se aplica às variáveis extrema pobreza e emprego formal (Figura 6-2).



**Figura 6.2. Mapa de espalhamento de Moran bivariado obtido para as variáveis desmatamento total e pobreza dos municípios.**

Nota: os municípios em vermelho apresentam alto percentual de pobreza e são cercados por vizinhos com altos valores de desmatamento. Essa lógica se estende para as demais cores, conforme estabelecido na legenda interna.

## II. ROBUSTEZ DOS MODELOS

Os resultados completos da análise de robustez estão no Apêndice 5. As análises confirmaram que as relações entre pobreza, mercado de trabalho formal e desmatamento mantêm o padrão identificado na especificação principal.

Os resultados obtidos foram os seguintes:

- Possibilidade de relações não contemporâneas, com defasagem temporal. **Resultado: padrão inalterado** (Apêndice A5. 1).
- Confusão decorrente do uso do estoque de vegetação remanescente indistintamente, sem diferenciar as categorias fundiárias. **Resultado: padrão inalterado** (Apêndice A5. 2).
- Confusão decorrente do uso de propriedades de todos os tamanhos indistintamente, sem diferenciação. Resultado (Apêndice A5 .3):
- **Pequenas e médias propriedades:** os resultados se mantiveram consistentes para o Brasil e a Amazônia Legal. No caso de propriedades pequenas, a magnitude dos coeficientes diminuiu, sugerindo um impacto

menor das variáveis sociais sobre o desmatamento. Nas propriedades médias, os coeficientes apresentaram magnitude semelhante à encontrada no modelo-base.

- **Grandes propriedades:** os resultados se mostraram não significativos para as variáveis de pobreza e emprego formal, sugerindo que a privação econômica não apresenta associação com o desmatamento em grandes propriedades.

## 7. Discussão e limitações

### Abrangência do estudo

O enfoque adotado neste estudo permitiu, pela primeira vez no contexto brasileiro, que o desmatamento fosse estudado em conjunção com formas de privação econômica em uma escala geográfica ampla, abarcando todo o território nacional com dados anuais de um período de oito anos.

Definir o desmatamento como “supressão de vegetação nativa primária” abriu a possibilidade de se voltar o olhar para além da Amazônia. De fato, segundo os dados do MapBiomas, no período 2012-2019 outros biomas brasileiros registram taxas de desmatamento que impressionam por extrapolar aquilo que se esperaria deles em decorrência de seu tamanho. Por outro lado, o desmatamento continuou concentrado geograficamente nas fronteiras agropecuárias da Amazônia.

Da mesma forma, a consideração do papel da privação de renda, por meio de uma medida de pobreza com representatividade em todo o território nacional ao longo de um período de oito anos, possibilitou inferências que teriam sido inviáveis caso fossem utilizadas as medidas comumente adotadas, com base na PNAD ou PNADc. A combinação da PNADc com os dados do CadÚnico possibilitou a desagregação dos dados de pobreza e extrema pobreza à escala municipal.

O resultado dessa expansão da análise para todo o território e com a granularidade permitida pelos dados baseados nos 5.550 municípios é uma avaliação integrada entre as duas principais formas de privação econômica – de renda e de emprego – e o desmatamento: uma relação tripartite em que as privações econômicas e o desmatamento apresentaram associação consistente no período 2012-2019.

### **Relação tripartite: privação de renda, privação de emprego e desmatamento**

A relação tripartite identificada indica que as privações econômicas operam em conjunção entre si e com o desmatamento. Variações nas taxas de pobreza e/ou nas taxas de emprego formal tendem a estar associadas a variações no volume de desmatamento de um município, tanto no mesmo ano quanto com defasagem de um ou dois anos. Além disso, a especificação econométrica adotada – em que foram consideradas as variáveis que explicam o desmatamento – sugere que as privações é que são determinantes do desmatamento, e não que este impacta aquelas.

Esta última inferência está sujeita à limitação do método empírico adotado, semelhante aos métodos adotados de forma geral em análises quantitativas envolvendo o desmatamento: estudos observacionais com diferentes estimadores estatísticos aplicáveis a dados em painel, frequentemente associados ao uso de análises geoespaciais. Fora de um ambiente de experimento controlado, muito difícil de se reproduzir nas ciências sociais, os estudos observacionais têm dificuldade para excluir a possibilidade de causalidade reversa, em que, em vez de a variável explicativa ter impacto sobre a dependente, acontece exatamente o contrário.

Portanto, a associação estatística identificada não permite que se chegue a uma inferência causal definitiva. Em vez disso, ela fornece um primeiro grau de validação empírica da hipótese do estudo, de que uma diminuição da pobreza e/ou um aumento na disponibilidade de trabalho formal implica uma redução do desmatamento, pois aumenta a capacidade de os indivíduos optarem por atividades menos insalubres. Essa primeira validação empírica é essencial para que a questão possa ganhar centralidade no debate, mas a sua consolidação vai requerer muitos outros estudos abordando o mesmo assunto.

### **Fatores que não foram controlados e limitações**

**Padrões históricos de desmatamento (pré-2012).** O estudo não se propôs a estudar o desmatamento como fenômeno histórico, mas a avaliar alguns de seus determinantes em um período específico. Portanto, inferências presentes na literatura em referência a outros períodos não são necessariamente comparáveis com os resultados deste estudo.

**Presença vs ausência do Estado.** Não foram avaliados argumentos sobre a eventual ausência do Estado ser um determinante tanto das privações econômicas quanto do desmatamento – hipótese que não pode ser excluída. Por exemplo, em determinada localidade poderia imperar uma orientação pró-desmatamento e antipobres, com o Estado simplesmente ausente em ambas as frentes. Essa possibilidade não é excluída ou confirmada.

**Definição de privações.** Trabalha-se com uma definição unidimensional de pobreza e de extrema pobreza, baseada em renda. Da mesma forma, adotou-se o emprego formal como um indicador da presença de atividades laborais alternativas ao desmatamento. Ambas as simplificações podem falhar em situações específicas. Por exemplo, o enfoque unidimensional pode mascarar situações em que uma baixa renda é compensada por acesso a outros bens materiais e imateriais. Da mesma forma, pode mascarar situações em que o desmatamento é realizado no contexto do emprego formal.

**Efeitos secundários (vazamento).** A análise econométrica não levou em consideração a possibilidade de efeitos secundários já identificados na literatura: vazamento da redução da pobreza via preços locais de commodities (também conhecido como “efeito rebote”); vazamento da redução da pobreza via disponibilidade de capital, aumentando o investimento em atividades intensivas em desmatamento; e vazamento do



desmatamento a municípios vizinhos. A modelagem desses efeitos é importante para a completa compreensão do fenômeno. Todavia, no contexto dos resultados encontrados, pode-se dizer que essas formas de vazamento não foram preponderantes, já que a magnitude e a direção dos coeficientes foram mantidas com defasagens de um e dois anos entre as variáveis explicativas e o desmatamento.

**Base de dados fundiária.** Não foi possível acessar dados da distribuição fundiária que variam no tempo. Assim, presumiu-se que a estrutura fundiária não mudou dentro de cada município entre 2012 e 2019. Essa limitação tende a causar mais impacto em regiões de colonização recente, onde o desmatamento rápido pode mudar a distribuição da terra por tipologias de propriedade. Além disso, a base de dados inclui vazios de informação – regiões para as quais não há dados geoespaciais disponíveis. Esses vazios, que na média dos estados representam em torno de um quarto da extensão territorial total, podem impor viés aos resultados.

**Dados do Cadastro Único.** A variável construída de pobreza poderá ter viés caso haja influência de fatores locais no cadastramento de pessoas no CadÚnico ao longo do tempo. Ou seja, se em determinados municípios houver fatores individuais que determinem o cadastramento, e se isso levar a alterações idiossincráticas na taxa de cadastramento, o modelo poderá apresentar viés. Todas as demais situações estão controladas no efeito fixo.

### **Estudos futuros**

A relação encontrada precisa ser aprofundada em estudos subsequentes. É importante que esses estudos considerem a possibilidade de experimentos naturais, em que um choque exógeno sobre as variáveis explicativas permita melhorar a inferência causal. Outra avenida de melhoria está no detalhamento dos possíveis canais de vazamento de uma redução das privações econômicas via preços de commodities, mercado de crédito e deslocamento espacial do desmatamento.

## 8. Conclusão

A suspeita de que a privação econômica seja uma das causas do desmatamento pode parecer atual, mas, na verdade, tem pelo menos meio século de história. Está ancorada no Princípio 4 da Declaração da Conferência de Estocolmo (1972), conhecida como um dos documentos fundadores do movimento conservacionista global. Essa indagação volta a ser premente no contexto do Brasil contemporâneo, em que as diferentes formas de privação econômica reassumem posição de centralidade.

O nexos entre privações econômicas e desmatamento é mais forte na região Norte do Brasil. Com base em uma avaliação descritiva das variáveis pobreza, extrema pobreza, emprego formal e desmatamento no período 2012-2019, em que são mapeadas as dinâmicas desses fenômenos no espaço e no tempo, é possível inferir que os processos de privação econômica e de desmatamento apresentam uma clara coincidência naquela região. Ou seja, trata-se não apenas da região por excelência onde tanto as privações econômicas quanto o desmatamento são estruturalmente elevados relativamente às demais regiões, como também de onde houve crescimento do desmatamento acompanhado de uma ampla variação da taxa de pobreza.

Em qualquer caso, questionar se as privações econômicas poderiam explicar o desmatamento não é o mesmo que culpar os pobres pelo desmatamento. Ainda que a privação como fenômeno social possa ser um fator a explicar a supressão de vegetação, a “responsabilização” de um ou mais grupos sociais por esse processo envolve um julgamento adicional que extrapola o objetivo do presente estudo.

Ao contrário: identificar uma associação entre os fenômenos em questão é o ponto de partida para reflexões sobre o grau de envolvimento necessário, por parte de atores públicos e privados, no controle do desmatamento. Além disso, a análise sobre a participação de diferentes tipologias de propriedade (pequenas vs grandes, por exemplo) no desmatamento não apontou para uma conclusão unívoca, mas mostrou que esses padrões mudam no tempo e no espaço.

Feitas as devidas ressalvas, a principal conclusão do estudo é que as políticas direcionadas a controlar o desmatamento precisam dialogar com políticas de cunho social. De fato, a análise estatística mostra que a privação de renda e a privação de emprego formal estão intimamente associadas ao desmatamento. Essa associação permanece presente quando diferentes fatores que poderiam confundir a análise são levados em consideração de forma quantitativa. As especificações econométricas empregadas adotaram a metodologia e a construção de variáveis que são padrão na literatura científica de estudos observacionais.

Dessa forma, políticas de comando-e-controle, como fiscalização ambiental, têm impacto sobre o desmatamento. Sabe-se também que variáveis macroeconômicas, preços de commodities e dinâmicas demográficas afetam o desmatamento. A partir deste estudo, conclui-se que políticas de formalização do trabalho e de redução da pobreza também podem contribuir, em certos contextos, para controlar o desmatamento.

Esse efeito ganha-ganha tende a se situar em contextos específicos, nos quais os devidos condicionantes se reúnem. É preciso ter em mente que as relações causais estão sempre condicionadas a um contexto. De forma geral, a literatura econômica sobre privações econômicas como determinantes do desmatamento sugere que um eventual efeito ganha-ganha estaria condicionado à presença de rendas da terra elevadas (lucratividade das atividades agropecuárias), taxas elevadas de privação econômica e volumes substanciais de estoques de vegetação primária. Essas condições tendem a se verificar exatamente na região amazônica e no Norte do Brasil.

Ademais, caso políticas sociais venham a ser entendidas como formas de reduzir o desmatamento, é fundamental que isso seja feito em escala geográfica ampla, e não de maneira isolada. Os resultados do estudo apontam com robustez para um efeito de vizinhança nos padrões socioambientais que conduzem ao desmatamento. A mobilidade geográfica de trabalhadores e de capital faz com que quedas isoladas na pobreza ou aumentos isolados na formalização do trabalho possam ser anulados por movimentos na direção contrária em municípios adjacentes. Ou seja, trabalhar apenas na escala municipal tende a ser pouco efetivo. A atuação em escala mais ampla evita que os fatores de produção simplesmente se desloquem a municípios vizinhos.

É preciso, portanto, que os esforços de controle do desmatamento passem a ser entendidos de forma mais ampla, retomando a noção de desenvolvimento sustentável e levando em consideração os fenômenos de privação econômica.

## Referências

- AGENCIA AFP.** *Petro propondrá fondo internacional para campesinos que preserven la Amazonia.* El Espectador, 18 ago. 2022.
- ALIX-GARCIA, J. M.** et al. *Can Environmental Cash Transfers Reduce Deforestation and Improve Social Outcomes? A Regression Discontinuity Analysis of Mexico's National Program (2011-2014).* v. 8708, 2019.
- ALIX-GARCIA, J. M.; SHAPIRO, E. N.; SIMS, K. R. E.** *Forest Conservation and Slippage: Evidence from Mexico's National Payments for Ecosystem Services Program.* Land Economics, v. 88, n. 4, p. 613-38, 1º nov. 2012.
- ALIX-GARCIA, J. M.; SIMS, K. R. E.; YAÑEZ-PAGANS, P.** *Only One Tree from Each Seed? Environmental Effectiveness and Poverty Alleviation in Mexico's Payments for Ecosystem Services Program.* American Economic Journal: Economic Policy, v. 7, n. 4, p. 1-40, 1º nov. 2015.
- AMAZÔNIA:** *Resgatamos o discurso de Lula na COP-15.* Instituto Lula, 23 ago. 2019.
- ANSELIN, L.** et al. *Simple Diagnostic Tests for Spatial Dependence.* Regional Science and Urban Economics, v. 26, n. 1, p. 77-104, fev. 1996.
- ANSELIN, L.; GRIFFITH, D. A.** *Advanced Spatial Statistics.* Economic Geography, v. 65, n. 2, p. 162, abr. 1989.
- ANSELIN, L.; KELEJIAN, H. H.** *Testing for Spatial Error Autocorrelation in the Presence of Endogenous Regressors.* International Regional Science Review, v. 20, n. 1-2, p. 153-82, abr. 1997.
- ASSUNÇÃO, J.** et al. *Property-Level Assessment of Change in Forest Clearing Patterns: The Need for Tailoring Policy in the Amazon.* Land Use Policy, v. 66, p. 18-27, jul. 2017.
- ASSUNÇÃO, J.** et al. *The Effect of Rural Credit on Deforestation: Evidence from the Brazilian Amazon.* The Economic Journal, v. 130, n. 626, p. 290-330, 1º fev. 2020.
- ASSUNÇÃO, J.; GANDOUR, C.; ROCHA, R.** *Deforestation Slowdown in the Brazilian Amazon: Prices or Policies?* Environment and Development Economics, v. 20, n. 6, p. 697-722, dez. 2015.
- BALTAGI, B. H.; SONG, S. H.; KOH, W.** *Testing Panel Data Regression Models with Spatial Error Correlation.* Journal of Econometrics, v. 117, n. 1, p. 123-50, nov. 2003.
- BERGÉ, L.** *Efficient Estimation of Maximum Likelihood Models with Multiple Fixed-Effects: The R Package FENmlm.* Luxemburgo: Departamento de Economia da Universidade de Luxemburgo, 2018. Disponível em: <[https://www.fr.uni.lu/content/download/110162/1299525/file/2018\\_13%20Efficient%20estimation%20of%20maximum%20likelihood%20models%20with%20multiple%20fixed-effects%20-%20the%20R%20package%20FENmlm.pdf](https://www.fr.uni.lu/content/download/110162/1299525/file/2018_13%20Efficient%20estimation%20of%20maximum%20likelihood%20models%20with%20multiple%20fixed-effects%20-%20the%20R%20package%20FENmlm.pdf)>. Acesso em: 17 nov. 2022.

- BRASIL.** *Lei nº 8.629*, de 25 de fevereiro de 1993. Dispõe sobre a regulamentação dos dispositivos constitucionais relativos à reforma agrária, previstos no Capítulo III, Título VII, da Constituição Federal. 1993.
- BRASIL.** *Lei nº 12.651*, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa (Novo Código Florestal). 2012.
- BRUNDTLAND, G. H.** *Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future*. Genebra: Assembleia Geral das Nações Unidas, 1987.
- BUCKNALL, J.; KRAUS, C.; PILLAI, P.** *Poverty and Environment: Background Paper for the World Bank Environment Strategy*. [s.l.: s.n.]. Disponível em: <<http://web.worldbank.org/archive/website00671/WEB/PDF/ENVST-51.PDF>>. Acesso em: 17 nov. 2022.
- CÂMARA, G. et al.** *Análise espacial e geoprocessamento*. Em: DRUCKS, S. et al. (Eds.). *Análise espacial de dados geográficos*. [s.l.] Embrapa, 2004a.
- CÂMARA, G. et al.** *Análise espacial de áreas*. Em: DRUCKS, S. et al. (Eds.). *Análise espacial de dados geográficos*. [s.l.] Embrapa, 2004b.
- CAVIGLIA-HARRIS, J. et al.** *Busting the Boom-Bust Pattern of Development in the Brazilian Amazon*. *World Development*, v. 79, p. 82-96, mar. 2016.
- DINIZ, M. B. et al.** *Dinâmica de curto prazo do desmatamento da Amazônia Legal: análise do papel das políticas públicas no período de 2000 a 2010*. *Economia Aplicada*, v. 22, n. 4, p. 177-206, 1º dez. 2018.
- DOVE, M. R.** *A Revisionist View of Tropical Deforestation and Development*. *Environmental Conservation*, v. 20, n. 1, p. 17-24, 1993.
- ELHORST, J. P.** *Specification and Estimation of Spatial Panel Data Models*. *International Regional Science Review*, v. 26, n. 3, p. 244-68, jul. 2003.
- FALCÃO, T.; COSTA, P. V.** *A linha de extrema pobreza e o público-alvo do plano Brasil sem miséria*. Em: **CAMPHELLO, T.; FALCÃO, T.; COSTA, P. V.** (Eds.). *O Brasil sem miséria*. Brasília, DF: Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome, 2014. p. 848.
- FERRANTE, L.; FEARNSIDE, P. M.** *Brazil Threatens Indigenous Lands*. *Science*, v. 368, n. 6490, p. 481-2, maio 2020.
- FERRARO, P. J.; SIMORANGKIR, R.** *Conditional Cash Transfers to Alleviate Poverty Also Reduced Deforestation in Indonesia*. *Science Advances*, v. 6, n. 24,; eaaz1298, 12 jun. 2020.
- FREITAS, F. L. M. DE et al.** *Nota técnica: Malha fundiária do Brasil, v1812*. Em: Atlas – A Geografia da Agropecuária Brasileira. [s.l.: s.n.].
- GEIST, H.; LAMBIN, E.** *Is Poverty the Cause of Tropical Deforestation?* *The International Forestry Review*, v. 5, n. 1, p. 64-7, 2003.
- GODAR, J.; TIZADO, E. J.; POKORNY, B.** *Who Is Responsible for Deforestation in the Amazon? A Spatially Explicit Analysis Along the Transamazon Highway in Brazil*. *Forest Ecology and Management*, v. 267, p. 58-73, mar. 2012.

- HANAUER, M. M.; CANAVIRE-BACARREZA, G.** *Implications of Heterogeneous Impacts of Protected Areas on Deforestation and Poverty*. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, v. 370, n. 1681: 20140272, 5 nov. 2015.
- IBGE.** *Amazônia Legal*. [s.l.] IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2020.
- IBGE.** *Bases cartográficas contínuas 1:250.000 – Brasil*. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/geociencias/cartas-e-mapas/bases-cartograficas-continuas/15759-brasil.html?=&t=acesso-ao-produto>>. Acesso em: 17 nov. 2022.
- IMAFLORA.** *Atlas da agropecuária brasileira*. Disponível em: <<http://atlasagropecuario.imaflora.org/>>. Acesso em: 5 set. 2022.
- INCRA.** *Tabela com módulo fiscal dos municípios brasileiros*. Disponível em: <<http://www.incra.gov.br/tabela-modulo-fiscal>>. Acesso em: 9 jul. 2018.
- KAPOOR, M.; KELEJIAN, H. H.; PRUCHA, I. R.** *Panel Data Models with Spatially Correlated Error Components*. *Journal of Econometrics*, v. 140, n. 1, p. 97-130, set. 2007.
- KELEJIAN, H. H.; PRUCHA, I. R.** *A Generalized Spatial Two-Stage Least Squares Procedure for Estimating a Spatial Autoregressive Model with Autoregressive Disturbances*. *The Journal of Real Estate Finance and Economics*, v. 17, n. 1, p. 99-121, 1998.
- KNOKE T.; GOSLING E.; REITH E.** *Understanding and modelling the ambiguous impact of off-farm income on tropical deforestation*. *Journal of Land Use Science*. v. 17, n. 1, p. 658-76, nov. 2022.
- LEE, L.; YU, J.** *Estimation of Spatial Autoregressive Panel Data Models with Fixed Effects*. *Journal of Econometrics*, v. 154, n. 2, p. 165-85, fev. 2010.
- LESAGE, J. P.** *An Introduction to Spatial Econometrics*. *Revue d'économie industrielle*, n. 123, p. 19-44, 15 set. 2008.
- MAPBIOMAS.** *Relatório anual do desmatamento no Brasil 2020*. São Paulo – SP: MapBiomass, 2021. Disponível em: <[https://s3.amazonaws.com/alerta.mapbiomas.org/rad2020/RAD2020\\_MapBiomassAlerta\\_FINAL.pdf](https://s3.amazonaws.com/alerta.mapbiomas.org/rad2020/RAD2020_MapBiomassAlerta_FINAL.pdf)>. Acesso em: 17 nov. 2022.
- MAPBIOMAS.** *Plataforma monitoramento MapBiomass*. Disponível em: <<https://plataforma.brasil.mapbiomas.org/>>. Acesso em: 6 fev. 2022.
- MATHIESEN, K.** *Climate Change and Poverty: Why Indira Gandhi's Speech Matters*. *The Guardian*, 6 maio 2014.
- MIYAMOTO, M. et al.** *Proximate and Underlying Causes of Forest Cover Change in Peninsular Malaysia*. *Forest Policy and Economics*, v. 44, p. 18-25, jul. 2014.
- MIYAMOTO, M.** *Poverty Reduction Saves Forests Sustainably: Lessons for Deforestation Policies*. *World Development*, v. 127: 104746, mar. 2020.
- NERI, M.** *A escalada da desigualdade: Qual foi o impacto da crise sobre distribuição de renda e pobreza?* [s.l.] FGV, 2019. Disponível em: <<https://hdl.handle.net/10438/32301>>. Acesso em: 17 nov. 2022.
- RAI, J.** *Why Are Narratives that Place the Blame for Deforestation on the Rural Poor So Pervasive and So Persistent?* *Journal of Geography, Environment and Earth Science International*, p. 1-15, 28 mar. 2019.

- RICHARDS, P. D.; VANWEY, L.** *Farm-Scale Distribution of Deforestation and Remaining Forest Cover in Mato Grosso*. *Nature Climate Change*, v. 6, n. 4, p. 418-25, abr. 2016.
- SEN, A.** *Poor, Relatively Speaking*. v. 35, n. 2, p. 153-69, 1983.
- SIMONET, G. et al.** *Effectiveness of a REDD+ Project in Reducing Deforestation in the Brazilian Amazon*. *American Journal of Agricultural Economics*, v. 101, n. 1, p. 211-29, jan. 2019.
- SMITH, C. C. et al.** *Secondary Forests Offset Less than 10% of Deforestation-Mediated Carbon Emissions in the Brazilian Amazon*. *Global Change Biology*, v. 26, n. 12, p. 7006-20, dez. 2020.
- TRITSCH, I.; ARVOR, D.** *Transition in Environmental Governance in the Brazilian Amazon: Emergence of a New Pattern of Socio-Economic Development and Deforestation*. *Land Use Policy*, v. 59, p. 446-55, dez. 2016.
- WEINHOLD, D.; REIS, E. J.; VALE, P. M.** *Boom-Bust Patterns in the Brazilian Amazon*. *Global Environmental Change*, v. 35, p. 391-9, nov. 2015.
- WUNDER, S.** *Poverty Alleviation and Tropical Forests – What Scope for Synergies?* *World Development*, v. 29, n. 11, p. 1817-33, nov. 2001.

# Apêndice 1. Fonte de dados

Este Apêndice apresenta uma descrição dos dados utilizados no estudo (Seção A1. 1), bem como do tratamento dos dados e dos procedimentos adotados para a construção do banco de dados (Seção A1. 2).

## I. BANCO DE DADOS

A Tabela A1. 1 apresenta um resumo da base de dados compilada indicando a fonte dos dados, a cobertura temporal, o recorte geográfico e o formato de armazenamento.

**Tabela A1. 1. Descrição dos dados utilizados no modelo econométrico**

Variável	Fonte	Item	Ano	Escala	Formato
Pobreza e extrema Pobreza	Ministério da Cidadania	Cadastro Único: pessoas cadastradas em situação de pobreza e extrema pobreza; recebimento de programas de transferência de renda (Bolsa Família)	2012-2019	Município	.csv
Pobreza e extrema pobreza	IBGE	PNADc	2001-2019	UF	.csv
Desmatamento	MapBiomas	Mapa de Desmatamento (coleção 6)	1988-2019	Município; UF	GEE
Recortes geográficos	IBGE	Malha municipal (limites geográficos)	2020	Município	.shp
Recortes geográficos	IBGE	Malha estadual (limites geográficos)	2020	UF	.shp
Variáveis de controle	IBGE	Estimativas populacionais	2012-2019	Município	.csv
Variáveis de controle	IBGE	PNADc – informações socioeconômicas (renda e outras informações socioeconômicas)	2012-2019	UF	.csv
Variáveis de controle	DNIT	Malha de rodovias federais e estaduais (traçado geográfico)	2013; 2015; 2016; 2017; 2018; 2019	Município	.shp
Variáveis de controle	Rais / Caged	Salário médio do emprego formal; total de pessoas empregadas no formal	2012-2019	Município	.csv
Variáveis de controle	CHIRPS	Precipitação anual	1981-2020	Município	GEE
Variáveis de controle	SEAB	Preço commodities	2012-2019	Municípios específicos	.xlsx



Variáveis de controle	PAM	Produção Agrícola Municipal	2012-2019	Municípios	.xlsx
Variáveis de controle	Ibama	Quantidade e valores de autuações e infrações ambientais	2012-2019	Municípios	.csv

Incra – Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária. DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura. PNAD – Pesquisa Nacional por Amostragem Domiciliar. Rais – Relação Anual de Informações Sociais. Caged – Cadastro Geral de Empregados e Desempregados. CHIRPS – Climate Hazards Group InfraRed Precipitation with Station data.

Além das informações acima, foram utilizados dados auxiliares nas etapas de formulação do problema e de análise exploratória (Tabela A1. 2).

**Tabela A1. 2. Descrição dos dados auxiliares, utilizados em outras partes do estudo**

Variável	Fonte	Item	Ano	Escala	Formato
Malha fundiária	Imaflora	Mapa da malha fundiária (versão 2021.05)	2021 (atualização contínua)	Município; UF	.shp
Tamanho de propriedades	IBGE – Censo Agropecuário	Tamanho de propriedades (Tabela 263; Tabela 6754)	1985, 1995, 2006, 2017	Município; UF	.csv
Tamanho de propriedades	Incra	Tamanho de módulo fiscal e Classes de tamanho de propriedade	-	Município	.csv
Variáveis de controle	Diversas	Políticas públicas. Exemplo: lista de municípios críticos do desmatamento	2012-2019	Município	-

## II. DOCUMENTAÇÃO DOS PROCEDIMENTOS E TRATAMENTO DE DADOS

**Pobreza.** As variáveis de proporção de pessoas em situação de pobreza (PO) e proporção de pessoas em situação extrema pobreza (EP) foram construídas a partir das bases de dados da PNAD contínua e do CadÚnico.

A equação a seguir indica a construção da variável de extrema pobreza para um dado município  $m$  no período  $t$ :

$$EP_{mt} = X_t * S_{mt} * \frac{1}{Pop_{mt}} \quad \text{Eq. A01}$$

Onde

$EP_{mt}$  é a proporção de pessoas em situação de extrema pobreza no município  $m$  no período  $t$ ;

$X_t$  é o total de pessoas em situação de extrema pobreza na UF durante o período  $t$ , obtido da PNAD contínua.

$Smt$  é a proporção de pessoas no CadÚnico em situação de extrema pobreza no município  $m$  no período  $t$  em relação à UF; e

$Popmt$  é a estimativa da população total do município  $m$  no período  $t$ .

O procedimento foi análogo para a variável de pobreza (PO).

**Desmatamento.** Os dados de desmatamento por municípios foram extraídos utilizando o script “calculate area” disponibilizado pelo MapBiomas na plataforma Google Earth Engine (GEE) (MapBiomas, 2022), considerando o produto de desmatamento “coleção 6” e a classe “4 – Antropismo em vegetação primária”, para cada estado brasileiro. O resultado desse processamento é uma tabela anual com os valores de desmatamento em  $km^2$  por geocódigo do município.

**Dados da PNAD contínua.** Foram sistematizados para o período 2012-2019. Para a sistematização, utilizaram-se as variáveis UPA + V1008 + V1014 para a criação da chave do domicílio, o que permite calcular a renda domiciliar per capita. Os valores declarados foram calculados a preços de 2011 a partir do número índice do Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA) para cada ano de referência. Assim, estimou-se o número de pessoas em situação de pobreza e extrema pobreza com base nas linhas monetárias utilizadas no CadÚnico.

**Commodities.** Com base no trabalho de Assunção et al. (2015), o indicador de preços commodities foi construído com o intuito de controlar o efeito de choques internacionais dos preços de commodities nos municípios. A partir das séries de preços disponíveis na Secretaria da Agricultura e do Abastecimento do Paraná, construíram-se séries temporais para as seguintes commodities: arroz, milho, soja e boi. O passo subsequente foi adotar o mesmo procedimento proposto por Assunção et al. (2015), que é:

$$PPA_{mtc} = PP_{tc} * A_{mc,2012-2011} \quad \text{Eq. A02}$$

Onde

$[[PPA]]_{_mtc}$  é o preço real ponderado da commodity  $c$  no município  $m$  e período  $t$ ;

$PP_{_tc}$  é o preço da commodity  $c$  nos portos do Paraná no período  $t$

$A_{(mc,2012-2011)}$  corresponde à proporção da área do município destinada ao cultivo da commodity  $c$  entre 2012 e 2011

Calculado isso para cada commodity, realizou-se uma análise de componentes principais (PCA) com o intuito de calcular um indicador de preços de commodities para

cada município entre 2012 e 2019. O resultado foi calculado com o primeiro componente do PCA estimado, aplicado para cada município da base. O índice resultante assume valores negativos para quedas de preço em cada município com relação ao período base (jan/2012) e positivos para aumentos do preço.

**Criação de novos municípios.** Entre 2012 e 2019, o Brasil ganhou cinco novos municípios advindos de desmembramentos de municípios já existentes. Foram eles: Pescaria Brava e Balneário Rincão, em Santa Catarina; Mojuí dos Campos, no Pará; Pinto Bandeira, no Rio Grande do Sul e Paraíso das Águas, no Mato Grosso do Sul (IBGE, 2022).

O presente estudo utiliza como unidade de análise a base de dados de municípios de 2012. Todos os municípios citados foram criados no dia 1º/1/2013, portanto, o procedimento empregado é compatível com o enfoque conhecido como “Áreas Mínimas Comparáveis”, já que atribui as informações dos cinco municípios criados em 2013 às localidades a que eles pertenciam até 2013.

# Apêndice 2. Relações espaço-temporais

## I. ANÁLISE DE CONCENTRAÇÃO ESPACIAL

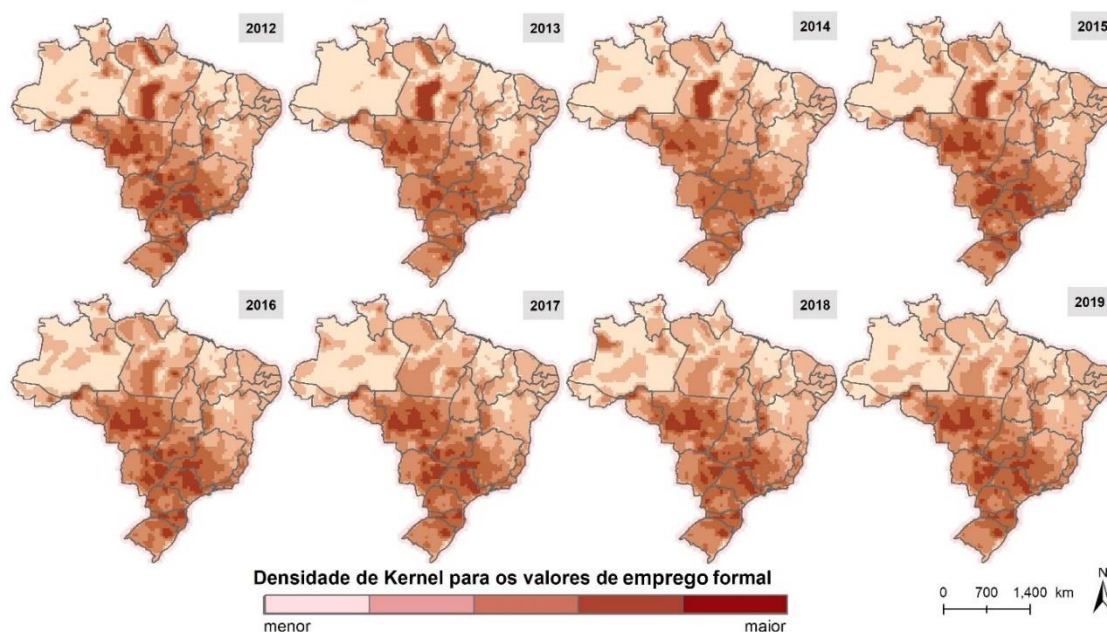
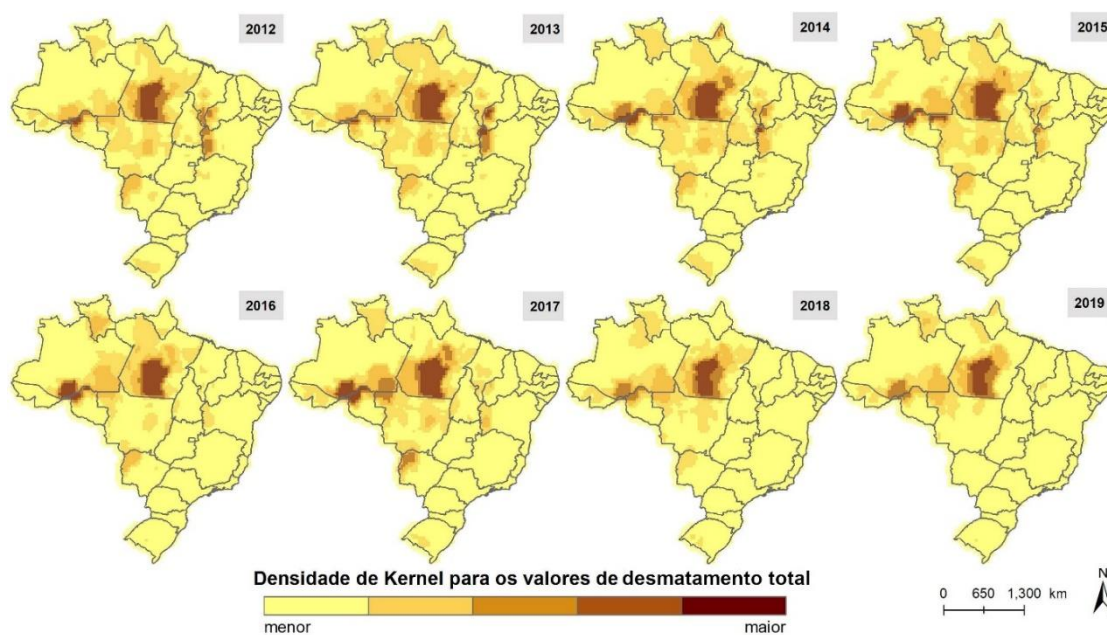


Figura A2. 1. Distribuição espacial das taxas de emprego formal no Brasil ao longo dos anos de 2012 a 2019, considerando a densidade de Kernel como estimador.



**Figura A2. 2. Distribuição espacial dos valores de desmatamento total no Brasil ao longo dos anos de 2012 a 2019, considerando a densidade de Kernel como estimador.**

## II. ANÁLISE DE DEPENDÊNCIA ESPACIAL

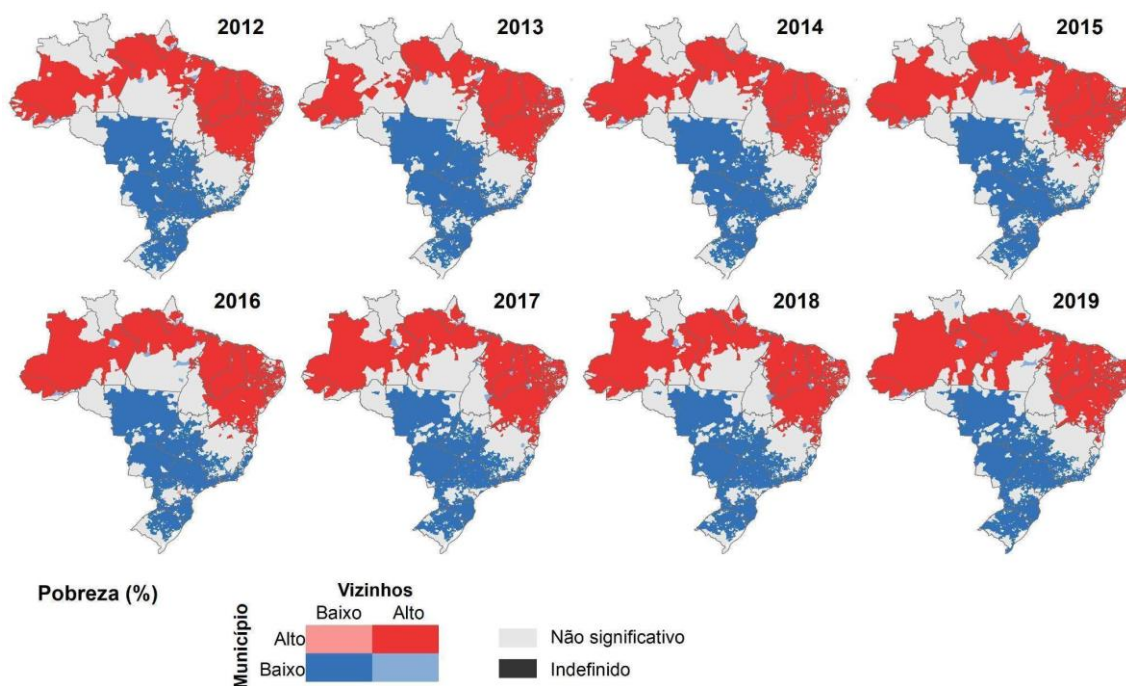
A Tabela A2. 1 apresenta os valores encontrados para o coeficiente global de Moran (I) para cada variável em cada ano de análise. O índice varia de -1 a +1, onde valores negativos indicam correlação espacial negativa e valores positivos indicam o inverso. Os valores de pobreza e extrema pobreza apresentaram coeficientes maiores que os de desmatamento total e emprego formal, indicando maior presença de feições similares próximas de vizinhos similares.

**Tabela A2. 1. Valor do coeficiente global I de Moran para as variáveis analisadas**

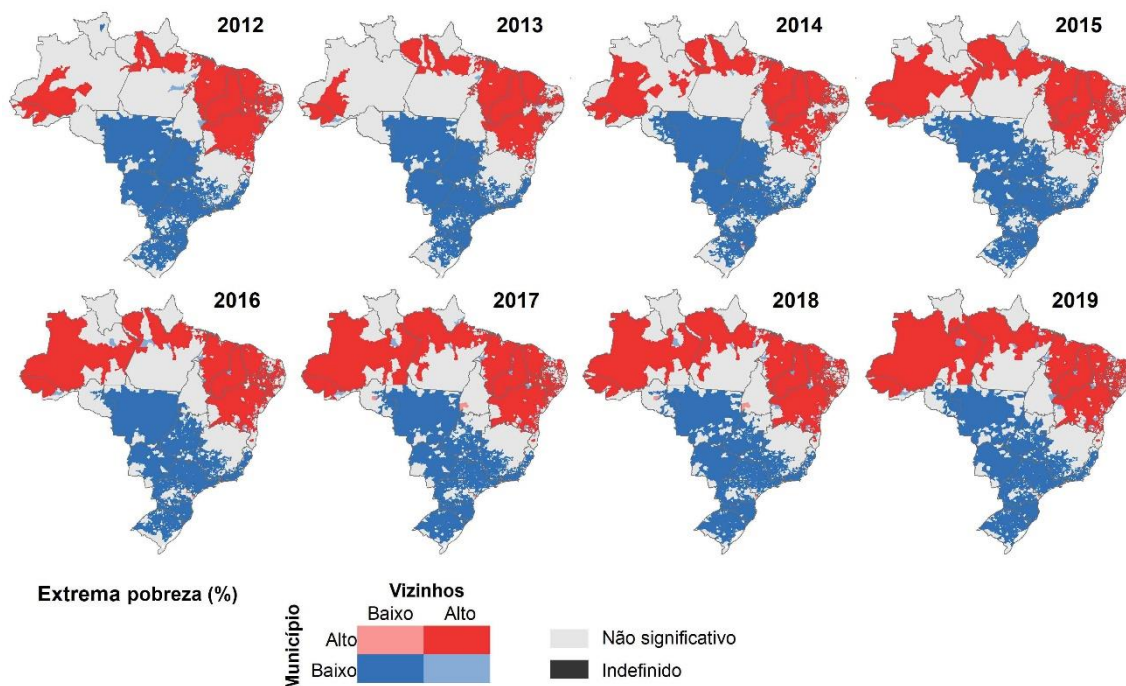
Ano	Pobreza	Extrema pobreza	Emprego formal	Desmatamento total
2012	0,905***	0,914***	0,435***	0,463***
2013	0,903***	0,914***	0,415***	0,448***
2014	0,895***	0,910***	0,445***	0,457***
2015	0,892***	0,899***	0,467***	0,523***
2016	0,879***	0,886***	0,481***	0,509***
2017	0,867***	0,874***	0,485***	0,507***
2018	0,855***	0,857***	0,472***	0,505***
2019	0,858***	0,866***	0,482***	0,486***

P-valores: \* 10%; \*\* 5%; e \*\*\* 1%. Elaborados pelos autores (2022) a partir do software R. Total de municípios incluídos: 5.550.

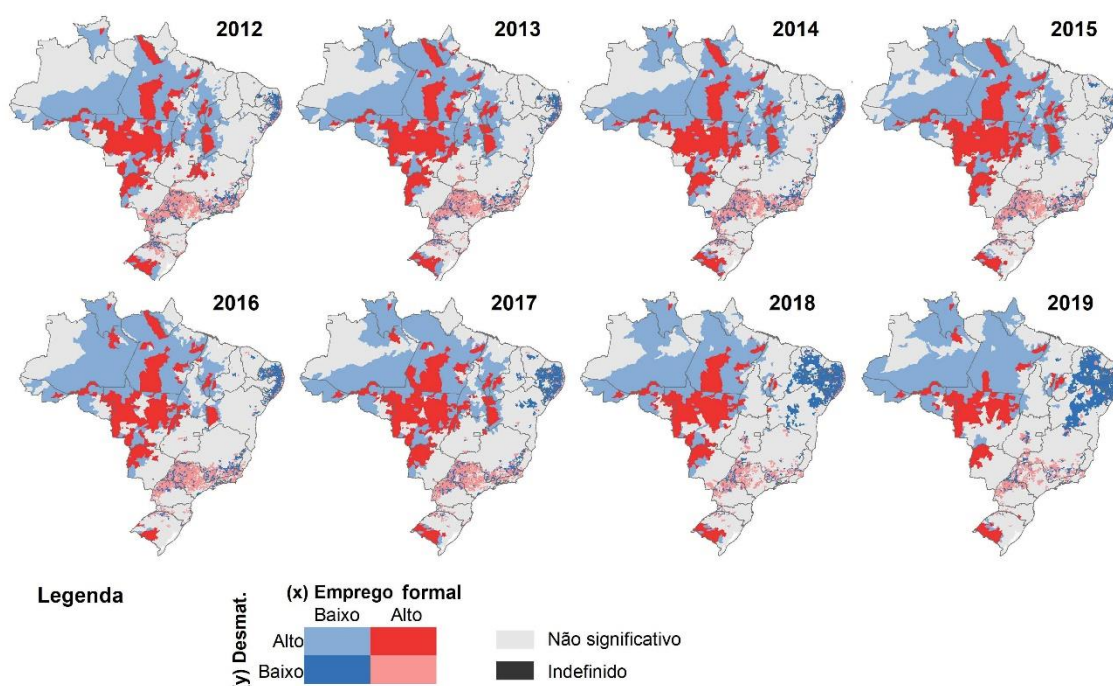
Uma vez indicada a presença de uma forte correlação espacial das variáveis, iniciou-se o processo de desagregação do índice global I de Moran, obtendo-se assim os valores locais univariados e bivariados para as variáveis de interesse (Figuras A2. 1 a A2. 4).



**Figura A2. 1. Mapa de espalhamento de Moran obtido para a variável pobreza. Os municípios em vermelho apresentam alta pobreza e são cercados por vizinhos com a mesma tendência. Essa lógica se estende para as demais cores, conforme estabelecido na legenda interna.**



**Figura A2. 2. Mapa de espalhamento de Moran obtido para a variável extrema pobreza.**

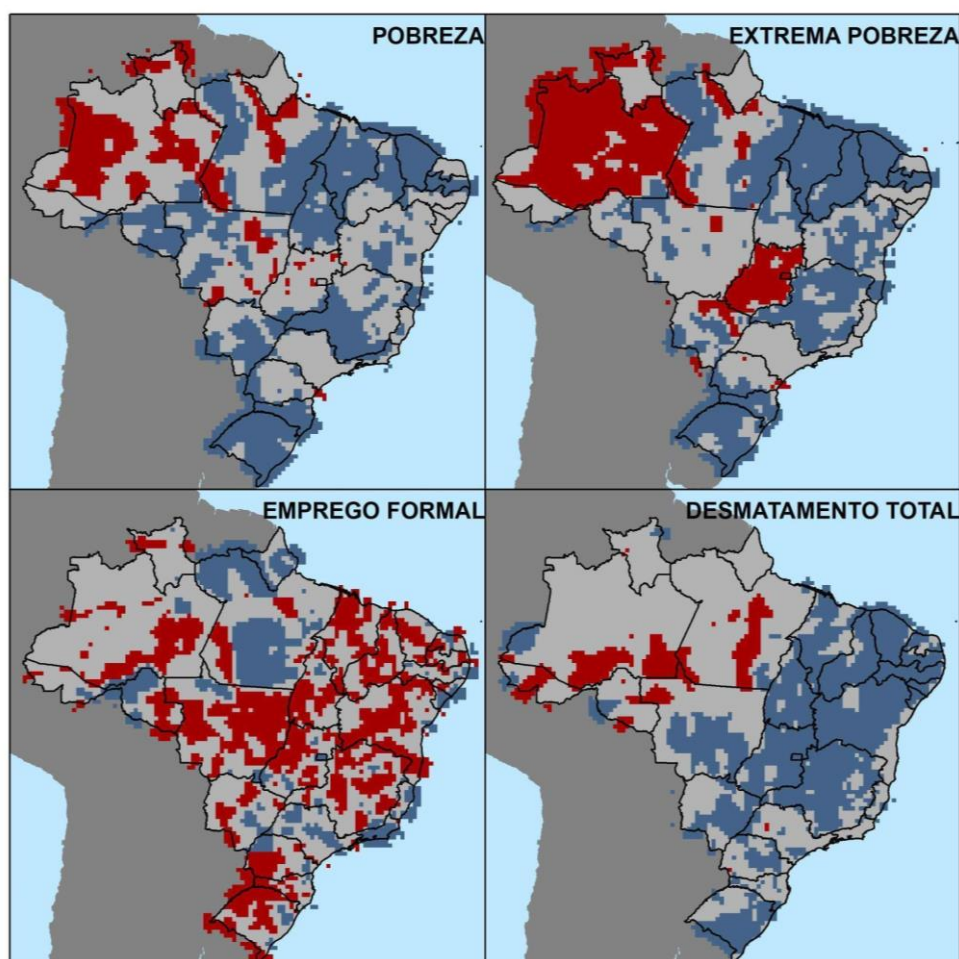


**Figura A2. 3. Mapa de espalhamento de Moran bivariado obtido para as variáveis desmatamento total e emprego formal.**

### III. ANÁLISE DE TENDÊNCIA TEMPORAL

Em uma tentativa de descrever o comportamento das principais variáveis ao longo do tempo, aplicou-se um modelo linear para cada pixel, capturando a tendência dos valores entre 2012 e 2019.

Pode-se observar (Figura A3. 1) que a região Norte e parte da região Centro-Oeste apresentaram um aumento significativo nos valores de pobreza e extrema pobreza, enquanto para o emprego formal as tendências estiveram dispersas ao longo de todo o território, e para o desmatamento total o aumento ficou principalmente restrito à região Amacro (Amazonas, Acre e Rondônia) e ao estado do Pará.



Tendência linear dos valores entre 2012 e 2019: ■ Diminuição ■ Aumento

**Figura A3. 1. Tendência significativa para os valores de pobreza, extrema pobreza e desmatamento total entre os anos de 2012 e 2019.**



## Apêndice 3. Considerações metodológicas

Este Apêndice detalha as estimações econométricas com dados em painel, defasagens espaciais, matrizes de vizinhança e ponderação pelo estoque de vegetação do município.

### I. REGRESSÃO EM PAINEL COM CLUSTERS

Todos os modelos estatístico-econométricos presentes neste estudo foram estimados com efeitos fixos de ano e de município e com os erros-padrão dos estimadores “clusterizados” pelos municípios. Esta seção apresenta os estimadores para dados em painel com essas especificações.

Como proposto por Bergé (2018), a estimação a partir do método de máxima verossimilhança pode ser generalizada a partir da seguinte função densidade:

$$d(y_0|X) = \mathcal{L}\left(y_0, \beta'x_0 + \sum_{c=1}^C \gamma_{\pi_0^c}\right) \quad \text{Eq. A03}$$

Sendo  $L$  a função de verossimilhança,  $\beta$  o vetor com os parâmetros do modelo,  $y_0$  a variável de interesse (no presente estudo corresponde às variáveis de desmatamento),  $\gamma$  o conjunto de efeitos fixos,  $C$  o conjunto de clusters. Desse modo, a estimação via máxima verossimilhança consiste em maximizar o logaritmo natural da função de verossimilhança, o que pode ser definido como:

$$\left(\hat{\beta}, \hat{\gamma}_1, \dots, \hat{\gamma}_{n_c}^c\right) \equiv \arg_{\beta, \gamma_1^1, \dots, \gamma_{n_c}^c} \max \sum_{o=1}^N \ln \mathcal{L}\left(y_o, \beta'x_o + \sum_{c=1}^C \gamma_{\pi_o^c}\right) \quad \text{Eq. A04}$$

Para que esse processo não seja computacionalmente intensivo, Bergé (2018) propõe uma sequência de algoritmos para controlar os efeitos fixos das equações e assim obter os parâmetros estimados. No presente estudo, utilizou-se para estimação o pacote do software estatístico R chamado *fixest*.

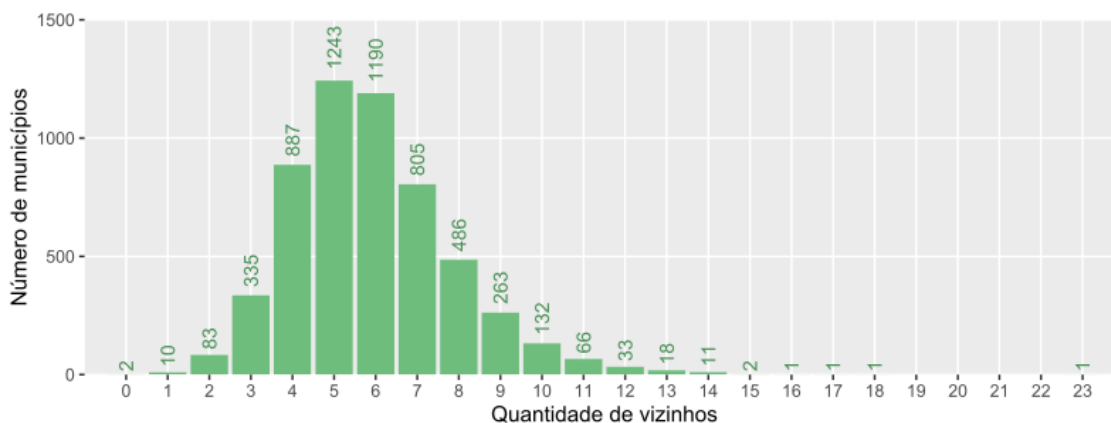
Além das questões dos efeitos fixos e dos clusters, parte dos modelos apresentados na Seção 6 de resultados contém defasagens espaciais, calculadas a partir de uma matriz de vizinhança. Essa etapa será explicada a seguir.

## II. MATRIZ DE VIZINHANÇA

Os modelos econométricos clássicos partiram de um conjunto de hipóteses rígidas e que muitas vezes se mostraram premissas pouco aderentes à realidade observada nos dados. Uma dessas questões é a inexistência de correlação espacial entre as unidades de análise. Entre as décadas de 1980 e 1990, Anselin (1996; 1989; 1997), Kelejian e Prucha (1998) avançaram nesse tema com a introdução de modelos espaciais, por meio dos quais buscavam controlar possíveis correlações espaciais e assim ter estimadores mais consistentes e sem viés das variáveis de interesse.

Existem diversas maneiras de incorporar as questões espaciais nos modelos econométricos. Do ponto de vista paramétrico, todas as estratégias partem da existência de uma matriz de vizinhança que identifica, no presente estudo, quais municípios são considerados vizinhos entre si, fator que será controlado na estimação.

Existem diversas maneiras de estabelecer essa relação de vizinhança, como: k-vizinhos; distância máxima ou contiguidade (Arbia, 2014). Neste trabalho, adotou-se o critério de contiguidade do tipo “rainha”, que corresponde ao compartilhamento de fronteiras terrestres entre os municípios em todas as direções possíveis. Para a estimação dos modelos com dados em painel espacial, foram adotados apenas os municípios com ao menos um vizinho, o que exclui dois municípios (Ilhabela-SP e Fernando de Noronha-PE). A Figura A2. 1 apresenta a distribuição da quantidade de vizinhos por número de municípios, considerando o total de municípios analisados (5.550).



**Figura A2. 1. Distribuição da quantidade de vizinhos por número de municípios (total de municípios válidos = 5.550).**

Como se pode observar, a maior parte dos municípios possui de quatro a sete municípios vizinhos. Dessa maneira, as variáveis intituladas “defasagens espaciais” correspondem a uma média do conjunto de municípios vizinhos. Por exemplo, a variável de total de pessoas em situação de pobreza (WX) do município de Sena Madureira (AC) corresponde a uma média entre os totais de pessoas em situação de pobreza dos municípios de Manoel Urbano (AC), Assis Brasil (AC), Brasileia (AC), Rio Branco (AC), Bujari (AC) e Boca do Acre (AM).

### III. REGRESSÃO PONDERADA COM VARIÁVEIS ESPACIAIS

Os modelos apresentados na Seção 6 foram estimados com as defasagens espaciais mostradas na subseção anterior e foram ponderados pelo estoque de vegetação primária de cada município em 2012<sup>10</sup>. Dessa maneira, municípios com baixos estoques de vegetação primária exercem uma pressão menor na estimação do parâmetro final quando comparados com aqueles com altos níveis de estoque. Indo diretamente para a especificação dos modelos, propriamente estimados, tem-se:

$$y_{it} = \alpha_i + \delta_t + X_{it}\beta + WX_{it}\theta + \epsilon_{it} \quad \text{Eq. A05}$$

Sendo

$\alpha_i$ : efeito fixo de município

$\delta_t$ : efeito fixo de ano

$X_{it}$ : covariadas do município  $i$ , no período  $t$

$WX_{it}$ : covariadas dos vizinhos do município  $i$ , no período  $t$

Nos modelos (1) e (3) apresentados na Seção 6, o termo  $W$  equivale a uma matriz nula, de modo que a estimação não inclua as defasagens espaciais dos vizinhos. Os modelos (2) e (4), por sua vez, possuem uma matriz  $W$  de vizinhança de contiguidade do tipo rainha. Essa sequência de modelos também é análoga para as estimações apresentadas na Seção A5.

A variável dependente corresponde ao logaritmo neperiano do desmatamento total a partir da transformação  $y_{it} = \ln(\text{Desmatamento\_total}_{it} + 1)$ . Esse procedimento se mostrou mais consistente do que uma especificação baseada no arcosseno hiperbólico.

Nos modelos (1) e (2), tem-se as variáveis de extrema pobreza como covariadas de interesse, enquanto nos modelos (3) e (4) são utilizadas as medidas de pobreza.

---

<sup>10</sup> A utilização dos pesos fixos se deu a partir das recomendações de especialistas no workshop sobre o estudo organizado pelo Instituto Escolhas.

## Apêndice 4. Estatísticas adicionais

### I. ESTATÍSTICAS DESCRITIVAS DAS COVARIADAS DO MODELO

**Tabela A4. 1. Valores médios e desvio-padrão para as principais variáveis utilizadas no estudo, considerando o Brasil como unidade de análise.**

Variável	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Desmatamento total (km <sup>2</sup> )	2,42 (10,4)	2,81 (12,8)	2,55 (11,1)	2,64 (11,2)	2,74 (13,6)	2,34 (11,8)	2 (12,6)	1,93 (13,3)
Pobreza (%)	22 (16)	20,6 (15,6)	19 (14,6)	19,8 (15,3)	20,3 (15,7)	22,1 (16,9)	22,4 (17,1)	21,2 (17)
Extrema pobreza (%)	9,87 (9,57)	9,01 (9,04)	8,62 (8,66)	8,56 (8,87)	8,87 (9,01)	10,7 (10,4)	11,1 (10,6)	10,2 (9,88)
Emprego formal (%)	14 (11)	14,3 (11,1)	14,4 (10,7)	14,2 (10,1)	13,5 (9,62)	14 (9,54)	14,1 (9,55)	14,2 (9,59)
Índice preço commodities	0,237 (0,873)	0,27 (0,916)	0,15 (0,972)	-0,0646 (1,05)	-0,235 (1,21)	0,018 (1,06)	-0,156 (1,17)	-0,231 (1,23)
Precipitação média anual (mm)	1.198 (524)	1.433 (539)	1.398 (673)	1.413 (619)	1.339 (522)	1.378 (593)	1.390 (502)	1.317 (524)
Densidade rodovias (km/km <sup>2</sup> )	69,6 (109)	69,6 (109)	69,4 (104)	69,4 (104)	69,5 (104)	71,5 (108)	72,3 (109)	72,9 (110)
Multas ambientais	0,88 (6,2)	0,76 (9,4)	0,55 (6,5)	0,49 (5,8)	0,87 (6,8)	1,48 (12,5)	0,82 (5,9)	0,67 (5,8)
Estoque florestal (km <sup>2</sup> )	941 (5.117)	937 (5.111)	933 (5.104)	929 (5.097)	925 (5.087)	922 (5.079)	919 (5.071)	915 (5.060)

Desvios-padrão em parênteses.

**Tabela A4. 2. Correlação entre as principais variáveis utilizadas no modelo, em que a diagonal inferior representa o valor do coeficiente de correlação e a diagonal superior, a sua significância**

	Desmt.	Pob.	Ext. pob.	Dens. rod.	Emp. form.	Ind. comm.	Precip.	Multas ambient.	Est. flor.
Desmt.	1	***	***	***	***	***	***	***	***
Pob.	0,05	1	***	***	***	***	***	***	***
Ext. pob.	0,04	0,98	1	***	***	***	***	***	***

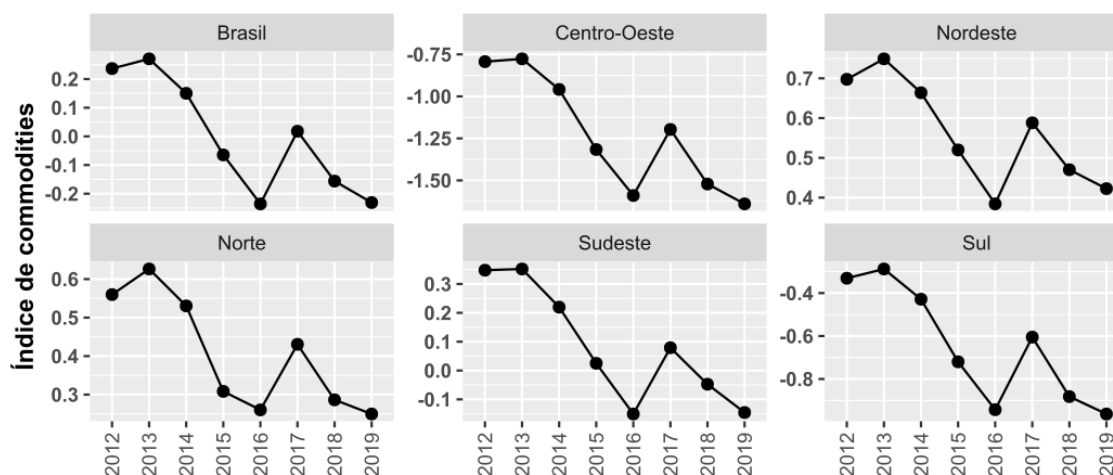
<b>Dens. rod.</b>	-0,08	-0,15	-0,14	1	***	***	***	***	***
<b>Emp. for.</b>	-0,04	-0,59	-0,55	0,17	1	***	***	***	***
<b>Ind. comm.</b>	0,03	0,41	0,41	0,02	-0,17	1	***	***	***
<b>Precip.</b>	0,14	-0,4	-0,39	0,02	0,23	-0,2	1	***	***
<b>Multas amb.</b>	0,58	0	0	-0,03	0,01	0,04	0,1	1	***
<b>Est. flor.</b>	0,5	0,1	0,09	-0,08	-0,08	0,12	0,2	0,34	1

P-valores: \* 10%; \*\* 5%; e \*\*\* 1%.

O valor obtido para o indicador de preços de commodities está apresentado na Figura A4. 1, na qual é possível verificar o mesmo comportamento ao longo do tempo para todas as regiões: um declínio a partir de 2013, um aumento pontual em 2017 e novamente uma queda.

O índice de preços de commodities agrícolas corresponde a um indicador de preço dos produtos potencialmente produzidos na região, levando em consideração o preço internacional e a relevância de produção no município. Ele captura variações agregadas em uma cesta de commodities relevante nacionalmente e teve como ponto base janeiro de 2012. Valores negativos indicam queda com relação ao ponto base. Após 2013, os preços das commodities sofreram quedas significativas, em parte devido ao aumento da taxa de juros americana, explicando a dinâmica aqui descrita.

Em média, para o Brasil, esse índice iniciou com valores positivos (máximo de 0,27 em 2013) e terminou a série com valores negativos (-0,23 em 2019). A região Sudeste teve um comportamento muito parecido com o da média brasileira. Já nas regiões Norte e Nordeste, o índice permaneceu positivo ao longo do tempo, com um desvio na ordem de 0,3. Nas regiões Sul e Centro-Oeste, manteve-se negativo durante todo o período.



**Figura A4. 1. Variação do índice de preços de commodities ao longo do período analisado, para o Brasil e suas regiões administrativas**

## II. RELAÇÕES TERRITORIAIS

Os dados de malha fundiária foram obtidos do produto de mesmo nome e de versão 202105, disponibilizado pelo Imaflora na sua plataforma “Atlas da agropecuária brasileira” (Imaflora, 2022). O produto espacial apresenta dezoito classes fundiárias subdivididas em três grandes categorias, conforme apresentado na Tabela A4.3.

**Tabela A4.3. Classes e categorias fundiárias disponíveis no produto do Imaflora**

<b>Categoria</b>	<b>Sigla</b>	<b>Classe Fundiária</b>	<b>Para o Estudo</b>
NP	AG	Corpos d’água	Outros
NP	TRANS	Malha de transporte	Outros
NP	URB	Áreas urbanas	Outros
TP	ARU	Assentamento rural	Assentamento rural
TP	COM	Território comunitário	Terras quilombolas
TP	ML	Área militar	Áreas públicas
TP	ND_B	Floresta públicas não designadas	Áreas públicas
TP	ND_I	Imóveis públicos registrados no Sigef	Áreas públicas
TP	TI_H	Território Indígena homologado	Terra indígena
TP	TI_N	Território Indígena não homologado	Terra indígena
TP	TLPC	Terras não destinadas do Programa Terra Legal	Áreas públicas
TP	UCPI	Unidade de Conservação de Proteção Integral	Unidade de conservação
TP	UCUS	Unidade de Conservação de Uso Sustentável	Unidade de conservação
PR	CARpo	CAR com baixa confiabilidade espacial	Propriedade privada
PR	CARpr	CAR com alta confiabilidade espacial	Propriedade privada
PR*	QL*	Território quilombola	Terras quilombolas
PR	SIGEF	Imóveis privados registrados nos sistemas Sigef	Propriedade privada
PR	TLPL	Terra Legal titulado	Propriedade privada

Categorias: NP – Território não processado; TP – terras públicas; PR – terras privadas; CAR – Cadastro Ambiental Rural; Sigef – Sistema de Gestão Fundiária do Incri. \*Território quilombola para este estudo foi considerado como terras públicas

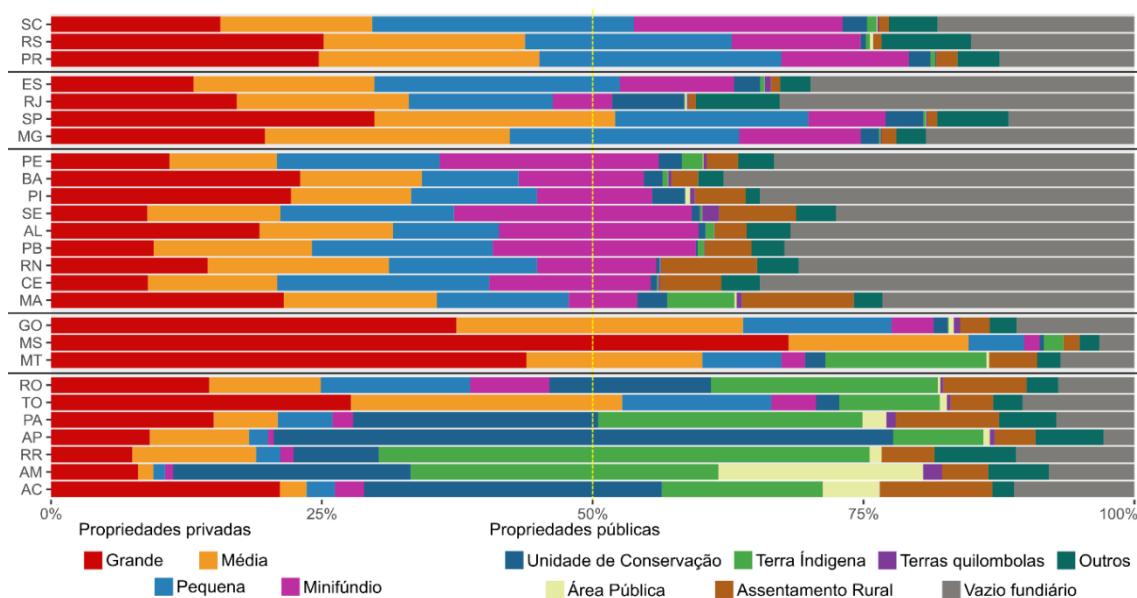
O produto agrupa informações espaciais de diversas bases de dados governamentais públicas, aplicando técnicas de limpeza, agregação espacial e hierarquização de forma a se obter o cenário mais atual para o território nacional (Freitas et al., 2018).

Devido à presença de inúmeras sobreposições entre objetos espaciais diferentes em um mesmo ponto no espaço (por exemplo, múltiplas propriedades privadas em uma mesma localidade ou uma propriedade privada e uma área de conservação em uma mesma localidade), a metodologia de geração do produto recorre a uma hierarquização

da informação para selecionar a informação mais pertinente no caso de sobreposições. A ordem hierárquica do produto é baseada, principalmente, nos seguintes critérios: segurança jurídica da categoria fundiária sendo retratada e precisão da informação geoespacial. Além disso, por mais detalhado que o produto seja, ele ainda não recobre por completo todo o território brasileiro, persistindo a presença de “vazios fundiários” onde, em princípio, não há qualquer atribuição de direito de propriedade.

Após a classificação do tamanho do imóvel com base nos arquivos auxiliares do Incra, como explicado na Seção 4.1.3, o arquivo vetorial do Imaflora foi convertido para um arquivo matricial de mesma resolução do produto do MapBiomas para fins de compatibilização e recortes espaciais.

Assim, um primeiro produto gerado foi a distribuição fundiária por estado (Figura A4.2), na qual é possível visualizar que a região Nordeste sofre com uma maior falta de informações (vazio fundiário) que as demais. Os estados da região Centro-Oeste detêm as maiores concentrações de grandes e médias propriedades privadas, enquanto a região Norte possui uma maior concentração de propriedades públicas, com exceção do estado de Tocantins.



**Figura A4. 2. Distribuição fundiária em cada estado, de acordo com o produto do Imaflora.**

Nota: Vazios são áreas para as quais não existe informação geoespacial, em geral devido à falta de atribuição de direito de propriedade.

## Apêndice 5. Análise de robustez

Este Apêndice tem como objetivo fornecer exercícios de robustez estatística para os modelos apresentados na Seção 6.

Os exercícios de robustez aplicados se referem a: padrão de correlação temporal das variáveis (relação contemporânea ou deslocada no tempo); impacto do procedimento de ponderação pelo total de vegetação primária remanescente; cômputo das regressões com recortes por tamanhos de propriedade (pequenas, médias e grandes).

### I. VARIAÇÃO TEMPORAL

Uma questão pertinente levantada no workshop de apresentação deste trabalho (agosto de 2022) foi a possibilidade de relações temporais não contemporâneas entre pobreza, emprego formal e desmatamento. Como o processo de desmatamento demanda capital e decisões que podem ser tomadas com antecedência de doze meses ou mais, é possível que o desmatamento observado no ano  $t$  esteja associado a variações nos indicadores de pobreza e emprego formal ocorridos nos anos  $t-1$  ou  $t-2$ .

Para avaliar se os resultados se mantêm consistentes quando esses deslocamentos temporais são considerados, foram elaboradas as quatro tabelas a seguir. As tabelas A5. 1.1 e A5. 1.2 apresentam os coeficientes para os modelos com uma defasagem temporal nas variáveis, sendo a primeira tabela para o Brasil e a segunda para a Amazônia Legal Brasileira. Como se pode observar, em ambos os casos, os parâmetros estimados se mantiveram estatisticamente significantes e com os mesmos sinais dos modelos principais.

As tabelas A5. 1.3 e A5. 1.4, por sua vez, apresentam os coeficientes para os modelos com duas defasagens temporais nas variáveis de pobreza e emprego formal. Nota-se, novamente, que os resultados permanecem consistentes com os parâmetros estimados nos resultados principais.

Vale destacar que as defasagens espaciais ( $Wx$ ) também foram defasadas temporalmente conforme cada exercício proposto. Dessa maneira, constata-se que a relação positiva nos indicadores de pobreza e desmatamento continuam presentes tanto nos resultados com uma defasagem quanto com duas.

**Tabela A5. 1.1. Resultados do modelo econométrico para o Brasil com uma defasagem temporal**

Covariadas	Variável dependente: $\ln(\text{Desmatamento total})$			
	(1)	(2)	(3)	(4)
% Extrema pobreza $t-1$	1,893*** (0,504)		1,194* (0,661)	
% Extrema pobreza $t-1$ ( $Wx$ )			2,352*** (0,861)	



% Pobreza t-1		1,088*** (0,318)		0,715** (0,334)
% Pobreza t-1 (Wx)				1,829*** (0,505)
% Emprego formal t-1	-1,407** (0,615)	-1,384** (0,597)	-1,422** (0,653)	-1,391** (0,652)
% Emprego formal t-1 (Wx)			-6,658*** (2,081)	-6,553*** (2,253)
Índice preço commodities	0,776*** (0,144)	0,811*** (0,146)	0,593*** (0,182)	0,585*** (0,186)
Índice preço commodities (Wx)			0,034 (0,240)	0,070 (0,240)
Embargos e multas (ln)	0,014 (0,022)	0,014 (0,022)	0,014 (0,024)	0,014 (0,024)
Precipitação	0,209*** (0,063)	0,210*** (0,063)	-0,109 (0,197)	-0,091 (0,203)
Dens. rodovias	0,001 (0,001)	0,001 (0,001)	0,001 (0,001)	0,001 (0,001)
Embargos e multas (ln) (Wx)			-0,002 (0,036)	0,003 (0,036)
Precipitação (Wx)			0,000* (0,000)	0,000* (0,000)
Dens. rodovias (Wx)			-0,001 (0,002)	-0,001 (0,002)
EF Município	✓	✓	✓	✓
EF Ano	✓	✓	✓	✓
Observações (mil)	38.850	38.850	38.850	38.850
R <sup>2</sup>	0,92	0,92	0,92	0,92
R <sup>2</sup> (sem EF)	0,08	0,08	0,11	0,11

EF: Efeito fixo. P-valores: \* 10%; \*\* 5%; e \*\*\* 1%. Desvios-padrão em parênteses calculados com cluster em nível de município. Foram omitidos os coeficientes das defasagens espaciais das demais variáveis explicativas.

**Tabela A5. 1.2. Resultados do modelo econométrico para a Amazônia Legal Brasileira com uma defasagem temporal**

Covariadas	Variável dependente: ln(Desmatamento total)			
	(1)	(2)	(3)	(4)
% Extrema pobreza t-1	1,681*** (0,586)		1,276* (0,656)	
% Extrema pobreza t-1 (Wx)			1,949* (1,066)	
% Pobreza t-1		0,992*** (0,343)		0,731** (0,338)
% Pobreza t-1 (Wx)				1,636*** (0,624)
% Emprego formal t-1	-1,229** (0,596)	-1,206** (0,578)	-1,301** (0,616)	-1,259** (0,618)
% Emprego formal t-1 (Wx)			-6,957*** (2,552)	-6,833** (2,705)
Índice preço commodities	0,702*** (0,190)	0,736*** (0,189)	0,603** (0,237)	0,592** (0,243)
Índice preço commodities (Wx)			-0,110 (0,320)	-0,071 (0,311)
Embargos e multas (ln)	0,012 (0,023)	0,011 (0,023)	0,011 (0,025)	0,010 (0,026)
Precipitação	0,316*** (0,087)	0,321*** (0,087)	-0,149 (0,212)	-0,136 (0,217)
Dens. rodovias	0,003 (0,005)	0,003 (0,005)	0,004 (0,005)	0,004 (0,005)
Embargos e multas (ln) (Wx)			0,005 (0,041)	0,009 (0,041)
Precipitação (Wx)			0,001*** (0,000)	0,001** (0,000)
Dens. rodovias (Wx)			-0,010 (0,010)	-0,010 (0,010)
EF Município	✓	✓	✓	✓
EF Ano	✓	✓	✓	✓
Observações (mil)	5.376	5.376	5.376	5.376
R <sup>2</sup>	0,90	0,90	0,91	0,91
R <sup>2</sup> (sem EF)	0,07	0,07	0,11	0,11

EF: Efeito fixo. P-valores: \* 10%; \*\* 5%; e \*\*\* 1%. Desvios-padrão em parênteses calculados com cluster em nível de município. Foram omitidos os coeficientes das defasagens espaciais das demais variáveis explicativas.

**Tabela A5. 1.3. Resultados do modelo econométrico para o Brasil com duas defasagens temporais**

Variável dependente: ln(Desmatamento total)	
---	--

Covariadas	(1)	(2)	(3)	(4)
% Extrema pobreza t-2	1,688*** (0,616)		0,934 (0,785)	
% Extrema pobreza t-2 (Wx)			2,437** (1,151)	
% Pobreza t-2		0,977*** (0,358)		0,576 (0,378)
% Pobreza t-2 (Wx)				1,882*** (0,661)
% Emprego formal t-2	-1,644** (0,674)	-1,663** (0,663)	-1,535** (0,677)	-1,544** (0,687)
% Emprego formal t-2 (Wx)			-7,175*** (2,161)	-7,331*** (2,463)
Índice preço commodities	0,898*** (0,152)	0,907*** (0,153)	0,488** (0,200)	0,482** (0,200)
Índice preço commodities (Wx)			0,369 (0,260)	0,356 (0,261)
Embargos e multas (ln)	0,023 (0,023)	0,022 (0,023)	0,022 (0,025)	0,020 (0,025)
Precipitação	0,280*** (0,066)	0,281*** (0,066)	-0,176 (0,233)	-0,157 (0,241)
Dens. rodovias	0,002 (0,001)	0,001 (0,001)	0,001 (0,001)	0,001 (0,001)
Embargos e multas (ln) (Wx)			0,010 (0,041)	0,016 (0,041)
Precipitação (Wx)			0,000** (0,000)	0,000* (0,000)
Dens. rodovias (Wx)			0,007*** (0,002)	0,006*** (0,002)
EF Município	✓	✓	✓	✓
EF Ano	✓	✓	✓	✓
Observações (mil)	33.300	33.300	33.300	33.300
R <sup>2</sup>	0,93	0,93	0,93	0,93
R <sup>2</sup> (sem EF)	0,09	0,09	0,13	0,13

EF: Efeito fixo. P-valores: \* 10%; \*\* 5%; e \*\*\* 1%. Desvios-padrão em parênteses calculados com cluster em nível de município. Foram omitidos os coeficientes das defasagens espaciais das demais variáveis explicativas.

**Tabela A5. 1.4. Resultados do modelo econométrico para a Amazônia Legal Brasileira com duas defasagens temporais**

Covariadas	Variável dependente: ln(Desmatamento total)			
	(1)	(2)	(3)	(4)
% Extrema pobreza t-2	1,609** (0,679)		1,088 (0,758)	
% Extrema pobreza t-2 (Wx)			2,355* (1,297)	
% Pobreza t-2		0,942** (0,379)		0,639* (0,367)
% Pobreza t-2 (Wx)				1,902*** (0,718)
% Emprego formal t-2	-1,483** (0,665)	-1,495** (0,657)	-1,407** (0,653)	-1,403** (0,670)
% Emprego formal t-2 (Wx)			-7,197*** (2,524)	-7,320*** (2,831)
Índice preço commodities	0,836*** (0,201)	0,846*** (0,201)	0,533* (0,279)	0,519* (0,279)
Índice preço commodities (Wx)			0,152 (0,354)	0,148 (0,347)
Embargos e multas (ln)	0,023 (0,024)	0,022 (0,024)	0,021 (0,027)	0,019 (0,027)
Precipitação	0,417*** (0,094)	0,418*** (0,093)	-0,227 (0,256)	-0,208 (0,264)
Dens. rodovias	0,003 (0,005)	0,003 (0,005)	0,006 (0,005)	0,005 (0,005)
Embargos e multas (ln) (Wx)			0,016 (0,046)	0,021 (0,045)
Precipitação (Wx)			0,001*** (0,000)	0,001** (0,000)
Dens. rodovias (Wx)			0,013 (0,014)	0,012 (0,014)
EF Município	✓	✓	✓	✓
EF Ano	✓	✓	✓	✓
Observações (mil)	4.608	4.608	4.608	4.608
R <sup>2</sup>	0,91	0,91	0,92	0,92
R <sup>2</sup> (sem EF)	0,09	0,09	0,13	0,13

EF: Efeito fixo. P-valores: \* 10%; \*\* 5%; e \*\*\* 1%. Desvios-padrão em parênteses calculados com cluster em nível de município. Foram omitidos os coeficientes das defasagens espaciais das demais variáveis explicativas.

## II. PONDERAÇÃO DAS REGRESSÕES PELO ESTOQUE DE VEGETAÇÃO REMANESCENTE

Um segundo questionamento recebido refere-se ao procedimento de ponderação das regressões. Argumentou-se que o estoque de vegetação nativa total remanescente pode causar confusão por talvez refletir diferentes categorias fundiárias, inclusive áreas de conservação, onde a dinâmica de desmatamento e de privações econômicas é muito diferente da de outras áreas. Tendo isso em vista, as regressões foram estimadas por uma forma alternativa de ponderação, em que se considera o estoque remanescente de vegetação nativa fora das áreas protegidas (todos os tipos de Unidades de Conservação, Terras Indígenas e Territórios Quilombolas).

As Tabelas A5. 2.1 e A5. 2.2 apresentam os resultados, mostrando que a consideração ou não das áreas protegidas no procedimento de ponderação das regressões exerce pouco impacto sobre os resultados.

**Tabela A5. 2.1. Resultados do modelo econométrico para o Brasil excluindo as áreas protegidas do procedimento de ponderação**

Covariadas	Variável dependente: ln(Desmatamento total)			
	(1)	(2)	(3)	(4)
% Extrema pobreza	2,376*** (0,378)		1,257** (0,631)	
% Extrema pobreza (Wx)			2,857*** (0,735)	
% Pobreza		1,320*** (0,292)		0,762** (0,335)
% Pobreza (Wx)				2,088*** (0,447)
% Emprego formal	-1,155* (0,675)	-1,168* (0,691)	-0,967 (0,684)	-0,986 (0,693)
% Emprego formal (Wx)			-4,178*** (0,921)	-4,090*** (0,924)
Índice preço commodities	0,661*** (0,106)	0,705*** (0,109)	0,461*** (0,141)	0,454*** (0,144)
Índice preço commodities (Wx)			0,109 (0,171)	0,168 (0,175)
Embargos e multas (ln)	0,027 (0,022)	0,028 (0,023)	0,028 (0,023)	0,029 (0,023)
Precipitação	0,068* (0,041)	0,060 (0,041)	-0,192 (0,156)	-0,208 (0,163)
Dens. rodovias	-0,000 (0,001)	-0,000 (0,001)	-0,000 (0,001)	-0,000 (0,001)
Embargos e multas (ln) (Wx)			-0,024 (0,030)	-0,016 (0,030)
Precipitação (Wx)			0,000* (0,000)	0,000* (0,000)
Dens. rodovias (Wx)			-0,001 (0,002)	-0,002 (0,002)
EF Município	✓	✓	✓	✓
EF Ano	✓	✓	✓	✓
Observações (mil)	44.336	44.336	44.336	44.336
R <sup>2</sup>	0,91	0,91	0,91	0,91
R <sup>2</sup> (sem EF)	0,08	0,07	0,10	0,09

EF: Efeito fixo. P-valores: \* 10%; \*\* 5%; e \*\*\* 1%. Desvios-padrão em parênteses calculados com cluster em nível de município. Foram omitidos os coeficientes das defasagens espaciais das demais variáveis explicativas.

**Tabela A5. 2.2. Resultados do modelo econométrico para a Amazônia Legal Brasileira excluindo as áreas protegidas do procedimento de ponderação**

Covariadas	Variável dependente: ln(Desmatamento total)			
	(1)	(2)	(3)	(4)
% Extrema pobreza	2,188*** (0,457)		1,571*** (0,559)	
% Extrema pobreza (Wx)			1,922** (0,867)	

% Pobreza		1,308*** (0,326)		0,914*** (0,294)
% Pobreza (Wx)				1,791*** (0,552)
% Emprego formal	-1,468* (0,843)	-1,541* (0,870)	-1,327 (0,840)	-1,385 (0,859)
% Emprego formal (Wx)			-4,355*** (1,285)	-4,288*** (1,288)
Índice preço commodities	0,719*** (0,151)	0,767*** (0,152)	0,555*** (0,186)	0,544*** (0,189)
Índice preço commodities (Wx)			0,055 (0,232)	0,094 (0,229)
Embargos e multas (ln)	0,025 (0,024)	0,025 (0,024)	0,028 (0,024)	0,027 (0,025)
Precipitação	0,183*** (0,059)	0,179*** (0,060)	-0,272 (0,169)	-0,289* (0,173)
Dens. rodovias	-0,001 (0,004)	-0,001 (0,004)	-0,000 (0,004)	-0,000 (0,004)
Embargos e multas (ln) (Wx)			-0,028 (0,037)	-0,021 (0,037)
Precipitação (Wx)			0,001*** (0,000)	0,001*** (0,000)
Dens. rodovias (Wx)			-0,017** (0,008)	-0,018** (0,008)
EF Município	✓	✓	✓	✓
EF Ano	✓	✓	✓	✓
Observações (mil)	6.136	6.136	6.136	6.136
R <sup>2</sup>	0,88	0,88	0,88	0,88
R <sup>2</sup> (sem EF)	0,09	0,09	0,11	0,11

EF: Efeito fixo. P-valores: \* 10%; \*\* 5%; e \*\*\* 1%. Desvios-padrão em parênteses calculados com cluster em nível de município. Foram omitidos os coeficientes das defasagens espaciais das demais variáveis explicativas.

### III. VARIAÇÃO POR GESTÃO DO TERRITÓRIO

Por fim, procedeu-se ao cômputo das regressões desagregando o desmatamento por categoria de tamanho de propriedade. Nesse caso, dado que a consideração de tamanho de propriedade faz referência à classe fundiária de terras privadas, excluiu-se o desmatamento observado nas demais categorias (vazios fundiários, áreas protegidas etc).

Os resultados indicam que o desmatamento em propriedades grandes não apresenta uma associação estatisticamente significativa com os indicadores de privações econômicas. Nas propriedades médias, a associação é muito semelhante àquela encontrada nas regressões principais. Nas propriedades pequenas, a associação é estatisticamente significativa e vai na mesma direção que nas regressões principais, porém com coeficientes de menor magnitude.

**Tabela A5. 2.1. Resultados do modelo econométrico para o Brasil em pequenas propriedades (inclui minifúndios)**

Covariadas	Variável dependente: ln(Desmatamento total)			
	(1)	(2)	(3)	(4)
% Extrema pobreza	0,778*** (0,294)		0,241 (0,432)	
% Extrema pobreza (Wx)			1,088** (0,554)	
% Pobreza		0,457** (0,208)		0,106 (0,267)
% Pobreza (Wx)				0,857** (0,376)
% Emprego formal	-0,416* (0,219)	-0,419* (0,218)	-0,307 (0,217)	-0,313 (0,212)
% Emprego formal (Wx)			-2,494*** (0,511)	-2,534*** (0,513)
Índice preço commodities	0,117*** (0,042)	0,121*** (0,043)	0,079 (0,086)	0,079 (0,086)

Índice preço commodities (Wx)			0,018 (0,102)	0,018 (0,102)
Embargos e multas (ln)	-0,004 (0,012)	-0,003 (0,012)	0,011 (0,013)	0,011 (0,013)
Precipitação	-0,050*** (0,017)	-0,051*** (0,017)	0,005 (0,123)	-0,001 (0,124)
Dens. rodovias	0,000 (0,000)	0,000 (0,000)	0,000 (0,000)	0,000 (0,000)
Embargos e multas (ln) (Wx)			-0,055*** (0,014)	-0,054*** (0,014)
Precipitação (Wx)			-0,000 (0,000)	-0,000 (0,000)
Dens. rodovias (Wx)			0,000 (0,001)	0,000 (0,001)
EF Município	✓	✓	✓	✓
EF Ano	✓	✓	✓	✓
Observações (mil)	44.304	44.304	44.304	44.304
R <sup>2</sup>	0,90	0,90	0,90	0,90
R <sup>2</sup> (sem EF)	0,01	0,01	0,02	0,02

EF: Efeito fixo. P-valores: \* 10%; \*\* 5%; e \*\*\* 1%. Desvios-padrão em parênteses calculados com cluster em nível de município. Foram omitidos os coeficientes das defasagens espaciais das demais variáveis explicativas.

**Tabela A5. 2.2. Resultados do modelo econométrico para a Amazônia Legal Brasileira em pequenas propriedades (inclui minifúndios)**

Covariadas	Variável dependente: ln(Desmatamento total)			
	(1)	(2)	(3)	(4)
% Extrema pobreza	1,733*** (0,455)		0,775 (0,632)	
% Extrema pobreza (Wx)			2,160** (0,955)	
% Pobreza		1,168*** (0,315)		0,398 (0,372)
% Pobreza (Wx)				1,960*** (0,592)
% Emprego formal	-0,755** (0,378)	-0,756** (0,383)	-0,574 (0,357)	-0,552 (0,337)
% Emprego formal (Wx)			-3,654*** (0,863)	-3,606*** (0,873)
Índice preço commodities	0,213** (0,086)	0,229*** (0,087)	0,150 (0,128)	0,148 (0,128)
Índice preço commodities (Wx)			-0,014 (0,158)	-0,006 (0,158)
Embargos e multas (ln)	-0,004 (0,017)	-0,004 (0,017)	0,017 (0,018)	0,017 (0,018)
Precipitação	0,072* (0,043)	0,067 (0,043)	-0,174 (0,155)	-0,195 (0,157)
Dens. rodovias	0,002 (0,004)	0,001 (0,004)	0,001 (0,004)	0,001 (0,004)
Embargos e multas (ln) (Wx)			-0,083*** (0,022)	-0,080*** (0,022)
Precipitação (Wx)			0,000* (0,000)	0,000* (0,000)
Dens. rodovias (Wx)			-0,004 (0,006)	-0,005 (0,006)
EF Município	✓	✓	✓	✓
EF Ano	✓	✓	✓	✓
Observações (mil)	6.136	6.136	6.136	6.136
R <sup>2</sup>	0,88	0,88	0,89	0,89
R <sup>2</sup> (sem EF)	0,03	0,03	0,06	0,06

EF: Efeito fixo. P-valores: \* 10%; \*\* 5%; e \*\*\* 1%. Desvios-padrão em parênteses calculados com cluster em nível de município. Foram omitidos os coeficientes das defasagens espaciais das demais variáveis explicativas.

**Tabela A5. 2.3. Resultados do modelo econométrico para o Brasil em propriedades médias**

Covariadas	Variável dependente: ln(Desmatamento total)			
	(1)	(2)	(3)	(4)
% Extrema pobreza	2,052*** (0,781)		0,805 (0,887)	
% Extrema pobreza (Wx)			2,539** (1,012)	

% Pobreza		0,931** (0,405)		0,426 (0,460)
% Pobreza (Wx)				1,268** (0,612)
% Emprego formal	-1,472*** (0,421)	-1,461*** (0,419)	-1,300*** (0,419)	-1,325*** (0,423)
% Emprego formal (Wx)			-4,293*** (0,972)	-4,334*** (0,971)
Índice preço commodities	0,553*** (0,095)	0,572*** (0,099)	0,441*** (0,156)	0,449*** (0,160)
Índice preço commodities (Wx)			0,052 (0,203)	0,072 (0,206)
Embargos e multas (ln)	0,013 (0,021)	0,014 (0,022)	0,032 (0,022)	0,033 (0,023)
Precipitação	0,014 (0,040)	0,010 (0,040)	-0,088 (0,226)	-0,104 (0,230)
Dens. rodovias	0,000 (0,001)	0,000 (0,001)	0,000 (0,001)	0,000 (0,001)
Embargos e multas (ln) (Wx)			-0,076*** (0,024)	-0,077*** (0,025)
Precipitação (Wx)			0,000 (0,000)	0,000 (0,000)
Dens. rodovias (Wx)			-0,001 (0,001)	-0,002 (0,001)
EF Município	✓	✓	✓	✓
EF Ano	✓	✓	✓	✓
Observações (mil)	43.424	43.424	43.424	43.424
R <sup>2</sup>	0,86	0,85	0,86	0,86
R <sup>2</sup> (sem EF)	0,06	0,05	0,08	0,07

EF: Efeito fixo. P-valores: \* 10%; \*\* 5%; e \*\*\* 1%. Desvios-padrão em parênteses calculados com cluster em nível de município. Foram omitidos os coeficientes das defasagens espaciais das demais variáveis explicativas.

**Tabela A5. 2.4. Resultados do modelo econométrico para a Amazônia Legal Brasileira em propriedades médias**

Covariadas	Variável dependente: ln(Desmatamento total)			
	(1)	(2)	(3)	(4)
% Extrema pobreza	2,052*** (0,781)		0,805 (0,887)	
% Extrema pobreza (Wx)			2,539** (1,012)	
% Pobreza		0,931** (0,405)		0,426 (0,460)
% Pobreza (Wx)				1,268** (0,612)
% Emprego formal	-1,472*** (0,421)	-1,461*** (0,419)	-1,300*** (0,419)	-1,325*** (0,423)
% Emprego formal (Wx)			-4,293*** (0,972)	-4,334*** (0,971)
Índice preço commodities	0,553*** (0,095)	0,572*** (0,099)	0,441*** (0,156)	0,449*** (0,160)
Índice preço commodities (Wx)			0,052 (0,203)	0,072 (0,206)
Embargos e multas (ln)	0,013 (0,021)	0,014 (0,022)	0,032 (0,022)	0,033 (0,023)
Precipitação	0,014 (0,040)	0,010 (0,040)	-0,088 (0,226)	-0,104 (0,230)
Dens. rodovias	0,000 (0,001)	0,000 (0,001)	0,000 (0,001)	0,000 (0,001)
Embargos e multas (ln) (Wx)			-0,076*** (0,024)	-0,077*** (0,025)
Precipitação (Wx)			0,000 (0,000)	0,000 (0,000)
Dens. rodovias (Wx)			-0,001 (0,001)	-0,002 (0,001)
EF Município	✓	✓	✓	✓
EF Ano	✓	✓	✓	✓
Observações (mil)	43.424	43.424	43.424	43.424
R <sup>2</sup>	0,86	0,85	0,86	0,86
R <sup>2</sup> (sem EF)	0,06	0,05	0,08	0,07

EF: Efeito fixo. P-valores: \* 10%; \*\* 5%; e \*\*\* 1%. Desvios-padrão em parênteses calculados com cluster em nível de município. Foram omitidos os coeficientes das defasagens espaciais das demais variáveis explicativas

**Tabela A5. 2.5. Resultados do modelo econométrico para o Brasil em grandes propriedades**

Covariadas	Variável dependente: ln(Desmatamento total)			
	(1)	(2)	(3)	(4)
% Extrema pobreza	1,122 (0,694)		0,115 (0,761)	
% Extrema pobreza (Wx)			2,715** (1,299)	
% Pobreza		0,220 (0,331)		-0,085 (0,403)
% Pobreza (Wx)				1,249 (0,933)
% Emprego formal	-1,254 (0,823)	-1,162 (0,817)	-0,996 (0,816)	-0,970 (0,805)
% Emprego formal (Wx)			-2,936* (1,633)	-2,953* (1,639)
Índice preço commodities	0,514*** (0,116)	0,556*** (0,120)	0,450* (0,230)	0,461** (0,233)
Índice preço commodities (Wx)			-0,010 (0,274)	0,060 (0,277)
Embargos e multas (ln)	0,019 (0,030)	0,019 (0,030)	0,027 (0,033)	0,027 (0,034)
Precipitação	0,105 (0,078)	0,107 (0,078)	0,132 (0,291)	0,123 (0,297)
Dens. rodovias	-0,001 (0,002)	-0,001 (0,002)	-0,001 (0,002)	-0,001 (0,002)
Embargos e multas (ln) (Wx)			-0,049 (0,037)	-0,041 (0,038)
Precipitação (Wx)			-0,000 (0,000)	-0,000 (0,000)
Dens. rodovias (Wx)			-0,004 (0,003)	-0,004 (0,003)
EF Município	✓	✓	✓	✓
EF Ano	✓	✓	✓	✓
Observações (mil)	38.520	38.520	38.520	38.520
R <sup>2</sup>	0,88	0,88	0,88	0,88
R <sup>2</sup> (sem EF)	0,03	0,03	0,04	0,04

EF: Efeito fixo. P-valores: \* 10%; \*\* 5%; e \*\*\* 1%. Desvios-padrão em parênteses calculados com cluster em nível de município. Foram omitidos os coeficientes das defasagens espaciais das demais variáveis explicativas.

**Tabela A5. 2.6. Resultados do modelo econométrico para a Amazônia Legal Brasileira em grandes propriedades**

Covariadas	Variável dependente: ln(Desmatamento total)			
	(1)	(2)	(3)	(4)
% Extrema pobreza	1,616* (0,862)		1,042 (0,788)	
% Extrema pobreza (Wx)			1,989 (1,633)	
% Pobreza		0,657* (0,368)		0,419 (0,337)
% Pobreza (Wx)				1,361 (1,157)
% Emprego formal	-1,909** (0,854)	-1,873** (0,846)	-1,627* (0,848)	-1,605* (0,835)
% Emprego formal (Wx)			-2,858 (2,017)	-2,908 (2,021)
Índice preço commodities	0,470*** (0,155)	0,528*** (0,158)	0,458 (0,282)	0,471 (0,289)
Índice preço commodities (Wx)			-0,098 (0,370)	-0,030 (0,370)
Embargos e multas (ln)	0,029 (0,030)	0,030 (0,031)	0,036 (0,034)	0,037 (0,034)
Precipitação	0,069 (0,074)	0,070 (0,074)	0,172 (0,323)	0,144 (0,334)
Dens. rodovias	-0,010 (0,010)	-0,010 (0,009)	-0,006 (0,007)	-0,006 (0,007)
Embargos e multas (ln) (Wx)			-0,060 (0,042)	-0,052 (0,043)
Precipitação (Wx)			-0,000 (0,000)	-0,000 (0,000)
Dens. rodovias (Wx)			-0,019 (0,015)	-0,019 (0,015)
EF Município	✓	✓	✓	✓
EF Ano	✓	✓	✓	✓
Observações (mil)	6.048	6.048	6.048	6.048
R <sup>2</sup>	0,84	0,84	0,84	0,84

---

R <sup>2</sup> (sem EF)	0,04	0,04	0,05	0,05
-------------------------	------	------	------	------

---

EF: Efeito fixo. P-valores: \* 10%; \*\* 5%; e \*\*\* 1%. Desvios-padrão em parênteses calculados com cluster em nível de município. Foram omitidos os coeficientes das defasagens espaciais das demais variáveis explicativas.