

**Inspere - Instituto de Ensino e Pesquisa**  
**Faculdade de Economia e Administração**

**Pedro Baracat Lanna**

**Impacto da pecuária bovina no desmatamento de florestas nativas no Brasil: enfoque em ganhos de produtividade e diferenças regionais**

**São Paulo**

**2020**

**Pedro Baracat Lanna**

**Impacto da pecuária bovina no desmatamento de florestas nativas no Brasil: enfoque em ganhos de produtividade e diferenças regionais**

Monografia apresentada ao curso de Ciências Econômicas, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Economia.

Orientador: Prof. Marcos Sawaya Jank

**São Paulo**

**2020**

Lanna, Pedro Baracat.

Impactos da pecuária bovina no desmatamento de florestas nativas,  
no Brasil: enfoque nos ganhos de produtividade e diferenças regionais /  
Pedro Baracat Lanna. – São Paulo, 2020.

f. 43 (quarenta e três)

Monografia – Insper, 2020.

Orientador: Prof. Marcos Sawaya Jank

Co-orientador: Leandro Gilio

1. Pecuária. 2. Bovinos. 3. Desmatamento. 4. Produtividade

**Pedro Baracat Lanna**

**Impacto da pecuária bovina no desmatamento de florestas nativas no Brasil: enfoque em ganhos de produtividade e diferenças regionais**

Monografia apresentada ao curso de Ciências Econômicas, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Economia.

Orientador: Prof. Marcos Sawaya Jank

**Banca Examinadora**

---

**Marcos Sawaya Jank**

**Inspere**

---

**Sérgio Giovanetti Lazzarini**

**Inspere**

## **Agradecimentos**

Gostaria de agradecer minha família e meus amigos que sempre me fizeram crescer pessoalmente, academicamente e profissionalmente.

Agradeço ao meu orientador Marcos por todos os ensinamentos, e pelo grande interesse por agronegócio que passei a compartilhar.

Agradeço também, ao Leandro Gilio pelos ensinamentos, e por me guiar durante o processo de construção deste trabalho.

Agradeço aos professores do Insper em geral por terem exigido de mim e me tornado melhor a cada semestre.

Por fim, agradeço muito aos meus pais por me proporcionarem a oportunidade de estudar em uma escola como o Insper.

## **Resumo**

Este estudo tem como objetivo analisar o impacto da atividade pecuária bovina no desmatamento de vegetação nativa, do Brasil. Com esse objetivo, serão feitas duas análises: primeiramente, uma exposição de dados e trabalhos científicos, que avaliem os efeitos da pecuária para as vegetações nativas. Posteriormente, será realizada uma análise empírica de impacto, desta atividade do agronegócio sobre a cobertura florestal nativa do Brasil. Para esta última, pretende-se utilizar regressões com base de dados em painel. As fontes principais para a construção do painel serão: IBGE e MapBiomas para um período de 2002 a 2017. Combinando a revisão acadêmica, com os resultados das estimações realizadas neste trabalho, espera-se trazer evidências atualizadas sobre o nível de externalidades negativas causados pela pecuária sobre as florestas nativas. Também se destaca que este impacto vem sendo minimizado ao longo do tempo, devido principalmente à maior proteção estatal, aos ganhos de produtividade no setor e a maior intensificação do uso do solo. Por fim, conclui-se que o grau de impacto é específico e diferente para cada região brasileira devido às variáveis observáveis já destacadas, mas também por características não observáveis de cada município ou região.

**Palavras-chave:** Pecuária; Bovinos; Desmatamento.

## **Abstract**

This study's main objective is to analyze the impact of the cattle sector on native vegetations and deforestation rates, in Brazil. With this goal in mind, two main analysis are conducted: First, a descriptive analysis of public data and past academic work, explaining through which mechanisms cattle herds can impact native forests. Second, an empirical analysis of the marginal impact that a rise in cattle herds can have on native vegetation. This analysis is conducted through econometric regressions with panel data, using data from IBGE and MapBiomas from 2002 to 2017. Combining the academic revision with empirical results we expect to bring updated evidence of the level of negative externality caused by cattle herd production over native forests. We also point out that this effect has been receding over time, mainly due to government efforts, productivity gains in the sector, and intensification of soil use. Lastly, we conclude that the impacts are specific for different regions of Brazil, due to observable and non-observable characteristics.

**Key words:** Livestock. Cattle. Deforestation.

## Sumário

1.	Introdução .....	13
2.	Revisão de literatura e dados .....	17
2.1.	Definições .....	17
2.2.	Pecuária.....	17
2.3.	Desmatamento .....	21
2.4.	Desafios do setor pecuário brasileiro e mundial .....	26
2.5.	Impacto da pecuária nas florestas nativas .....	28
2.6.	Dificuldades teórico-metodológicas e expectativas.....	30
3.	Análise empírica .....	32
3.1.	Estratégia Base.....	32
3.2.	Resultados .....	35
3.2.1	Dados Empilhados .....	35
3.2.2	Efeitos Aleatórios .....	36
3.2.3	Efeitos Fixos .....	37
3.3	Limitações e recomendações .....	40
4.	Conclusão .....	41
	Referências .....	42

## 1. Introdução

Segundo o IBGE, a atividade pecuária pode ser definida como o conjunto de processos técnicos usados na domesticação de animais para obtenção de produtos, com objetivos econômicos, referindo-se a diversas espécies de animais, desde abelhas até búfalos. A palavra vem do latim “pecus” que significa cabeça de gado. A derivação “pecúnia” refere-se à moeda ou dinheiro, origem etimológica explicada pelo fato de animais domesticados terem sido usados como reserva de valor durante a Roma antiga e outros períodos da humanidade. A domesticação animal e o domínio da atividade pecuária foram importantes para a fixação do homem ao território, que passou a não depender mais da caça, dando origem às formações econômicas e sociais.

Atualmente, este ramo econômico segue com grande relevância no contexto global. Especificamente para o Brasil, a pecuária correspondeu a 26% do Produto Interno Bruto do agronegócio brasileiro em 2018, gerando 375 bilhões de reais em renda e mais de US\$ 10 bilhões em divisas oriundas de exportação (CEPEA, 2019; MAPA, 2019). O Agronegócio como um todo possui 18,3 milhões de pessoas ocupadas de um total de 93,4 milhões no geral. A pecuária correspondeu, em 2019, com cerca de 3,0 milhões de ocupações no país diretamente ligadas à atividade, sem considerar ocupações em serviços e atividades indiretamente conectadas (CEPEA, 2019). Na última década, com o impulso de um processo de maior internacionalização e profissionalização das empresas, as atividades pecuárias, com destaque para a bovina, apresentaram crescimento significativo, elevando a relevância do ramo no contexto do agronegócio, da economia brasileira, e da participação das carnes brasileiras no mercado global (SIQUEIRA, 2016; CEPEA, 2019).

Tal dimensão de crescimento e importância na economia brasileira, porém, é sempre acompanhada de questionamentos e preocupações com relação aos possíveis impactos ambientais negativos, diretos e indiretos, que comumente são associados à expansão da pecuária de corte. Dentre eles: (i) a ampliação das áreas de pastagem sobre florestas preservadas (incluindo desmatamento legal e ilegal, sendo este segundo o mais preocupante); (ii) redução da biodiversidade, (iii) emissões de gases de efeito estufa (GEE); e (iv) elevação do consumo de água. Neste trabalho focaremos especialmente na criação de gado bovino para a produção de carnes, e, como esta atividade pode impactar a vegetação brasileira. Será denominada como “pecuária bovina” podendo em alguns momentos, ser apenas “pecuária”.

Com relação ao desmatamento, estudos como o de Rivero et. al. (2009), analisam, por meio de regressões lineares com dados em painel, a relação entre diferentes atividades agrícolas e o desmatamento. O trabalho conclui que há significativa contribuição da pecuária para o desmatamento na extensão de área que compõe o Bioma amazônico brasileiro, e pequenas extensões de cerrado e pantanal. A soja fica em segundo lugar na contribuição à esta externalidade negativa. De forma geral, os estudos disponíveis na literatura científica e técnica que relacionam desmatamento e a atividade pecuária tendem a lançar foco sobre a região da Amazônia Legal, onde concentra-se a maior área de floresta tropical preservada do país e onde o desmatamento é mais visível e intenso, a exemplo de Rivero et. al. (2009), Diniz et al. (2009), Arraes, Mariano e Simonasi (2012), e Merry e Soares-Filho (2016), entre outros.

Entretanto, verifica-se que os estudos disponíveis não têm capturado os esforços do governo em fiscalizar o desmatamento, nem os ganhos de produtividade mais recentes da pecuária bovina, além de pouco abordem as outras regiões do Brasil. Este presente estudo, portanto, pretende contribuir com esta lacuna de pesquisa. Como a maioria dos estudos são focados em regiões específicas do Brasil (comumente a Amazônia Legal), pouco se consegue chamar atenção para características peculiares e muitas vezes não observáveis de cada município ou região, e como a pecuária pode impactar a vegetação nativa de maneira mais ou menos intensa a depender dessas particularidades.

A pecuária, como praticamente toda a atividade econômica, pode ser indutora de externalidades negativas, conforme destacado nos estudos já mencionados. Porém, é importante trazer atenção para as evoluções recentes do setor em termos de desenvolvimento, otimização do uso da terra e mitigação de impactos ambientais. Conforme avaliado por Vecchi (2007), as áreas de pastagens no Brasil diminuíram a partir de 1995, mesmo com substancial e consistente crescimento do rebanho bovino. O estudo mostra que a produtividade brasileira caminhou de menos de 1 arroba por hectare por ano, em 1975, para quase 4,5 arrobos por hectare por ano, em 2017, e além disso, a integração lavoura pecuária vem possibilitando a criação de gado em áreas de solo privilegiado de alta produtividade durante a entressafra. Portanto, existem indícios de que a expansão pecuária vem ocorrendo, mas não necessariamente induzindo o desmatamento, a depender de onde e como é praticada.

Cabe destacar também que a escassez e a superficialidade de algumas análises também contribuem para a construção de uma imagem negativa do agronegócio brasileiro. Alguns trabalhos focam numa relação generalista entre pecuária e desmatamento, sem considerar questões relevantes como as instituições, condições socioeconômicas, diferenças regionais da prática da pecuária, mudanças na produtividade ao longo do tempo, e também, o fato de a pecuária muitas vezes ser estabelecida num território já desmatado, sem necessariamente ter sido a causa inicial do desmatamento. Entender essas questões é essencial para fazer uma análise mais efetiva e crítica sobre as circunstâncias em que o desmatamento é realizado.

A imagem negativa atribuída à pecuária como um todo, pode trazer impactos econômicos negativos ao Brasil, principalmente com relação ao mercado exportador. No dia 27/08/2019, a VP Corporation - empresa americana controladora de gigantes do varejo de roupas, como Timberland e Vans - anunciou a suspensão de importação de couro brasileiro, enquanto não fosse comprovada que os fornecedores não tinham relação com desmatamentos na Amazônia (ANDREIONI, 2019). Logo em seguida, outra gigante do varejo, a H&M, também anunciou a suspensão da importação do couro, e ainda disse a correspondentes do Dow Jones que: “A criação de gado na Amazônia brasileira é o maior fator causador de desmatamento do mundo, e essa é a razão pela qual precisamos ter requisitos mais duros para pele e couro originados do Brasil” (ANDREONI, 2019; INFOMONEY, 2019).

Diante deste contexto brevemente apresentado, o objetivo principal será avaliar se o crescimento da produção da pecuária bovina brasileira ao longo das últimas décadas, tem sido um fator indutor do desmatamento de áreas florestais brasileiras, e em qual nível. Mais especificamente, lançar-se-á foco sobre dados da evolução e distribuição do rebanho bovina brasileiro no tempo, buscando-se associar esta variável a informações localizadas, a fim de entender onde e sob que circunstâncias o processo de desmatamento é mais ou menos intenso. A análise empírica será feita com uso de métodos econométricos de dados em painel.

Para aumentar a eficiência da argumentação e a eficácia das conclusões, este estudo limita-se a apenas uma das quatro externalidades negativas citadas nesta introdução: o desmatamento. Não fará parte do escopo deste estudo, portanto, analisar as outras consequências ambientais da pecuária, nem trazer soluções para o problema do desmatamento. Apesar de serem feitos alguns comentários em relação a aspectos socioeconômicos e outros assuntos relacionados, a variável de

interesse principal será a redução (ou aumento) da quantidade de florestas nativas nos municípios Brasileiros. Ao final, pretende-se contribuir com a discussão científica na área, oferecendo uma análise empírica e crítica das causas e efeitos deste processo, auxiliando no entendimento de externalidades e trade-off's envolvidos na atividade pecuária bovina.

## **2. Revisão de literatura e dados**

### **2.1. Definições**

O conceito de “Floresta” adotado pela FAO, é de área superior a 0,5 hectares, com árvores maiores que 5 metros de altura e cobertura de copa superior a 10%, ou árvores capazes de alcançar estes parâmetros, não incluindo terra que está predominantemente sob uso agrícola ou urbano (Ministério do Meio Ambiente [MMA], 2010). Já para a *United Nations Framework Convention on Climate Change* (UNFCCC), floresta é uma área de no mínimo 0,05 a 1,0 hectares com cobertura de copa (ou nível de estoque equivalente) de mais de 10-30% com árvores com o potencial de atingir a altura mínima de 2 a 5 metros na maturidade *in situ*. Uma floresta pode consistir ou de formações florestais fechadas (densas) onde árvores de vários estratos e suprimidas cobrem uma alta proporção do solo ou florestas abertas. “Povoamentos naturais jovens e todas as plantações que ainda podem atingir densidade de 10-30% ou uma altura das árvores de 2 a 5 metros são incluídos como floresta, assim como áreas que normalmente fazem parte da área florestal, que estão temporariamente desflorestadas como resultado da intervenção humana, como a colheita ou causas naturais, mas cuja reversão a floresta é esperada.” (MMA, 2010).

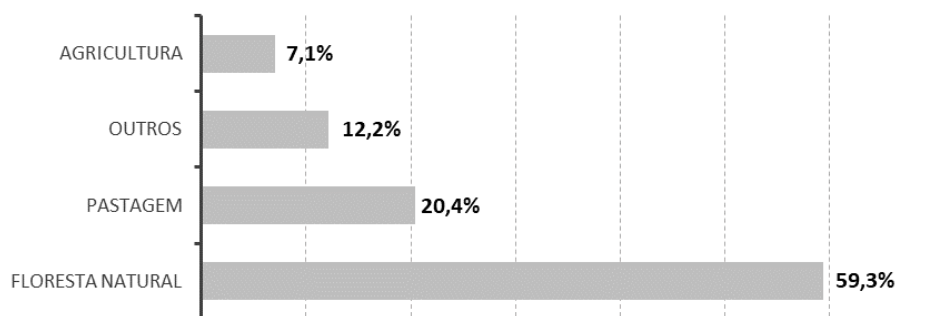
“Bioma” é um conjunto de vida vegetal e animal, constituído pelo agrupamento de tipos de vegetação que são próximos e que podem ser identificados em nível regional, com condições de geologia e clima semelhantes e que, historicamente, sofreram os mesmos processos de formação da paisagem, resultando em uma diversidade de flora e fauna própria (IBGE, 2020). Porém, quando falamos de “vegetação”, estamos nos referindo apenas à flora de um Bioma. Neste presente trabalho, denomina-se “vegetação nativa”, como vegetação não utilizada em processos produtivos, sendo importante destacar que tal definição desconsidera florestas que não fazem parte do bioma original.

### **2.2. Pecuária**

A pecuária é a atividade produtiva que mais ocupa território no Brasil. Ao final de 2018 havia no Brasil um total de aproximadamente 174 milhões de hectares de pastagens, o que contabilizava por 20% da área total brasileira de acordo com dados do MapBiomias (2019). Colocado em termos relativos: é três vezes a área utilizada para agricultura e aproximadamente

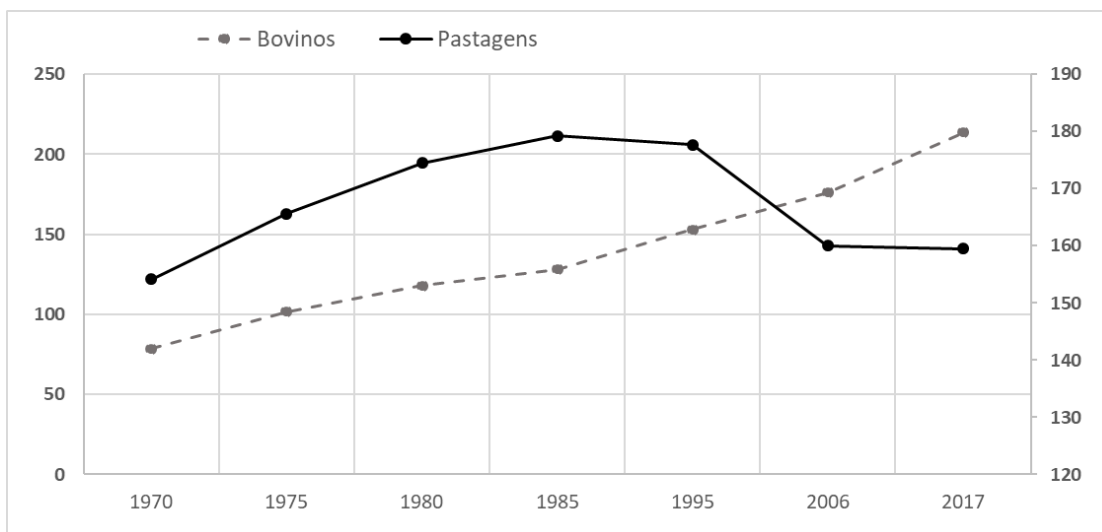
cinco vezes a área urbana (que ocupa 4% do território brasileiro). Porém, ainda é um terço da área de vegetação natural brasileira, conforme pode ser observado na Figura 1. A área de pastagens vem caindo nas últimas décadas, segundo dados do Censo Agropecuário do IBGE, como observamos na figura 2.

**Figura 1** - Distribuição da utilização de terra no Brasil em 2018. <sup>1</sup>



Fonte: MapBiomass (2019).

**Figura 2:** Número de bovinos (esquerda), e hectares de pastagens (direita), em milhões, de 1970 a 2017.



Fonte: Censo Agropecuário, IBGE (2019)

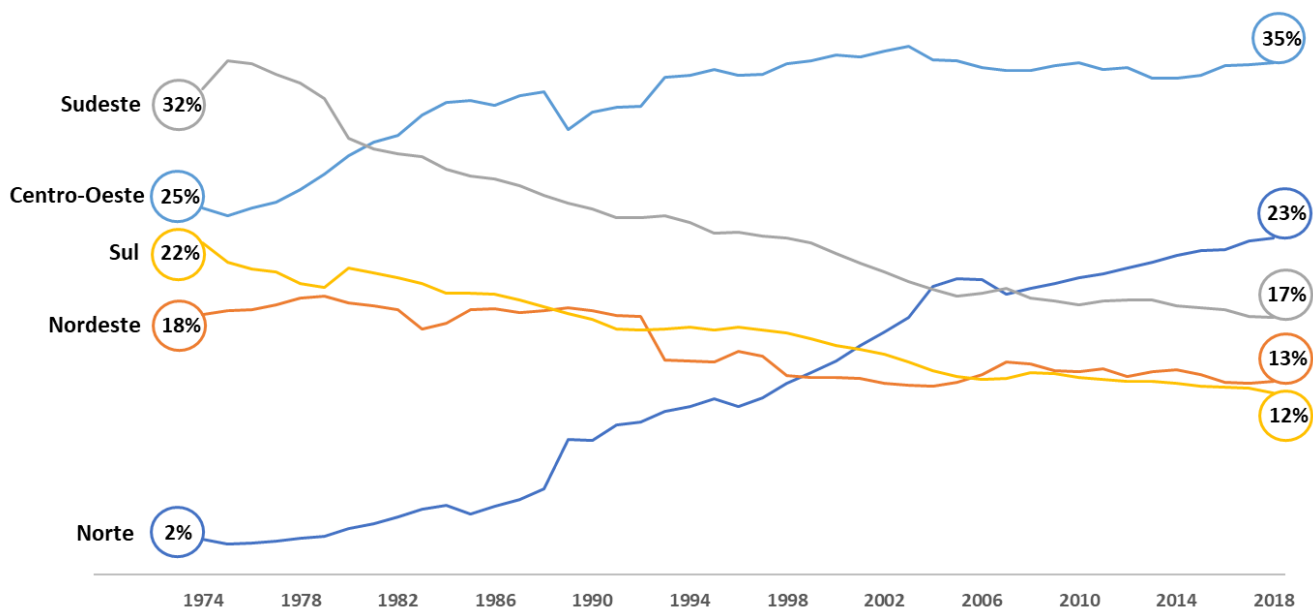
Apesar de ser a atividade econômica que ocupa maior extensão de terra no país, observa-se que a quantidade de pastagens se estabilizou no final do século passado, e teve queda no século

<sup>1</sup> “Outros” inclui: Formação natural não Vegetal; Área não vegetada; Corpos D’água; outras atividades agropecuárias; Não Observado.

XXI, segundo dados oficiais do IBGE, coletados a partir do Censo Agropecuário, apresentados na figura 2 (IBGE, 2019). Enquanto isso, vemos que o número de cabeças de gado bovino vem aumentando consistentemente, saindo de 78 milhões de cabeças em 1970 para chegar a um efetivo de 214 milhões em 2018 (IBGE, 2019). Para possibilitar um rebanho quase 3 vezes maior numa área de pastagens praticamente igual, foi necessário um ganho de produtividade das atividades, que quadruplicou a capacidade produtiva de carne por hectare, de 1970 para 2017 (VECCHI, 2007)

Os ganhos de produtividade e quedas recentes na área total de pastagens não necessariamente significam que a pecuária deixou de impactar a área de matas nativas no país inteiro. Como observa-se na figura 3, existe um movimento consistente da produção bovina para as regiões Norte e Centro-Oeste do Brasil, em termos relativos, as demais regiões perdem espaço. Isso significa que a produção bovina está migrando das regiões mais produtivas como por exemplo Sudeste e o Sul, para áreas com clima e solos menos favoráveis, e onde a tecnologia implementada é menor, como é o caso da região Norte. Assim, mesmo que o número absoluto de pastagens diminua, ao mover-se para novos municípios, a pecuária pode possivelmente continuar tendo parte no desmatamento. A região norte saiu de 2 milhões de cabeças de gado bovino em 1974 para 24 milhões em 2000, e esse número dobrou até 2018 ultrapassando os 48 milhões (ano no qual o Brasil possuía 214 milhões de cabeças de gado bovino).

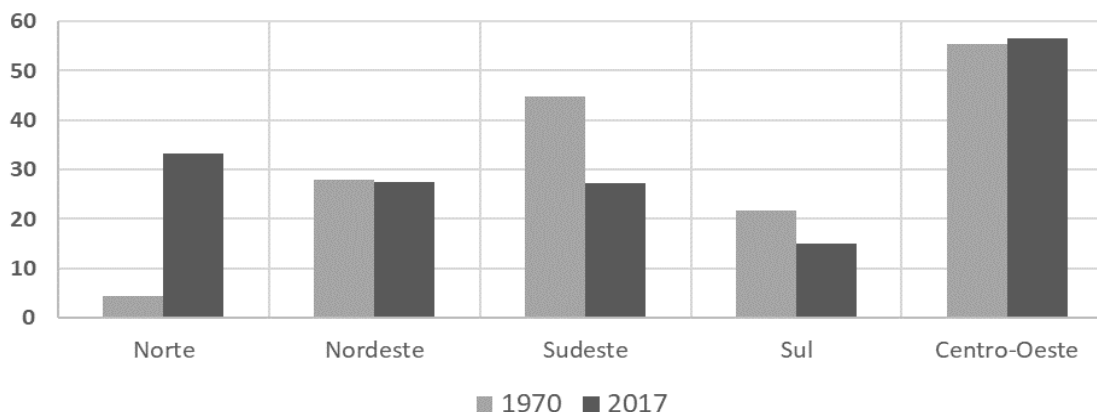
**Figura 3:** Cabeças de gado bovino por região, em proporção do total no Brasil, de 1974 a 2018.



**Fonte:** Censo Agropecuário, IBGE (2019)

Trabalhos como Diniz et. al. (2009), Arraes Mariano e Simonasi (2012), Rivero et. al. (2009), dentre outros, explicitam indicativos de que as florestas nativas brasileiras são negativamente impactadas pela atividade pecuária, principalmente nas regiões Norte, Centro-Oeste e algumas áreas da região Nordeste, onde ela é praticada de maneira menos intensiva, ou seja, utilizando maior área de pastagens, e onde a fiscalização é menor. No Norte, a área de pastagens vem crescendo em ritmo acelerado, enquanto no Centro-Oeste e nordeste ela permanece relativamente constante se mantendo particularmente relevantes no Centro-Oeste, como vemos na figura 4.

**Figura 4:** Áreas de Pastagens em milhões de hectares, por região, em 1970 e 2017.



**Fonte:** Censo Agropecuário, IBGE

Diniz et. al. (2009) analisa o impacto de diversas atividades agrícolas no desmatamento em áreas de bioma amazônico, utilizando estimações feitas com dados em painel, através da aplicação de Causalidade de Granger, com dados de 1997 a 2006. Ele conclui que a pecuária é a atividade com maior impacto nas matas nativas, seguido da produção de Soja. Rivero et. al. (2006), com regressões lineares com dados em painel, analisa o impacto da atividade pecuária no desmatamento nos estados que compõem a Amazônia Legal, de 2000 a 2006. Ele também conclui que existe uma relação de causalidade entre o aumento dos rebanhos e a diminuição da área de florestas nativas, nessa região. Rivero et. al. argumenta que é precisamente o fato de a atividade ser praticada de maneira mais intensiva, em regiões de terras menos férteis e mais baratas, que intensifica o processo de desmatamento durante a expansão da criação bovina.

Portanto, em regiões mais desenvolvidas esta relação de causalidade deve ter níveis mais reduzidos. Primeiramente, porque a economia dessas regiões tende a depender relativamente mais de serviços e atividades industriais do que da agropecuária. Em segundo lugar, a fiscalização tende a ser mais intensa e os recursos do estado e do setor privado maiores para monitorar o desmatamento. Por fim, destaca-se que nessas regiões, outras atividades agrícolas costumam apresentar retornos financeiros mais relevantes do que a pecuária, e, a própria criação de gado bovino teve ganhos de produtividade elevados nos últimos 40 anos, como bem aponta Vecchi (2017).

Merry e Soares-Filho (2016) argumenta que o ganho de produtividade no setor pecuário é, em grande medida, resultado da competitividade por espaço e do controle do estado e das empresas ao desmatamento. Além disso, deve-se ressaltar as boas escolas de agricultura do país que contribuem com tecnologias, técnicas de manejo de pastagens e solos, desenvolvimento genética de gado, desenvolvimento de rações e confinamentos de alta produtividade, e ainda o desenvolvimento da integração lavoura-pecuária onde pastagens são aproveitados na entressafra onde antes não seriam. Somados, esses esforços possibilitam o comportamento de um rebanho maior num espaço cada vez menor, principalmente nas regiões sudeste e sul do Brasil (CHADDAD, 2017; VECCHI, 2007).

### **2.3. Desmatamento**

Neste trabalho definiremos desmatamento como a diminuição da cobertura vegetal que não tenha sido plantada para ganho econômico (vegetação nativa). Ou seja, considera-se áreas privadas ou públicas em que a cobertura vegetal não foi plantada com o intuito de se colher madeira ou extrair algum outro produto posteriormente (como por exemplo o eucalipto). Mesmo que a vegetação tenha sido replantada em algum momento, só será incluída na definição de desmatamento caso seja um replantio com o intuito de se conservar a vegetação similar a vegetação nativa que habitou aquele território, sem fins econômicos diretos. Além disso, o desmatamento inclui qualquer um de seus tipos: (i) legal, feito sob a lei e com autorização do governo, (ii) ilegal, feito fora das condições judiciais básicas, e, (iii) natural, causado por qualquer força não-humana.

A variável desmatamento utilizada neste trabalho, inclui os 3 tipos listados acima, pois não há disponibilidade de dados que façam essa diferenciação de forma claramente confiável. No entanto, para fins de análise teórica, é importante diferenciar o desmatamento legal e ilegal. Segundo estimativas da Forest Trends, de 2000 e 2012, 90% do desmatamento no Brasil ocorreu de forma ilegal. Isso é importante porque o tipo de desmatamento pode estar diretamente conectado com características regionais as quais podem colocar em xeque a ideia de que a expansão da pecuária é a causa raiz do desmatamento. Segundo a legislação brasileira, toda a propriedade privada é obrigada a conservar um percentual de área, o qual deve manter a vegetação característica do bioma nativo daquela região. Em regiões de bioma amazônico este percentual é 80%, no cerrado 35%, e 20% nas demais regiões do Brasil. Teoricamente se uma propriedade possuir números superiores a estes ela pode requisitar uma permissão legal junto ao IBAMA para retirada de parte da cobertura, mas este processo tende a ser burocrático e raro. Segundo a Lei nº 12.727 do Novo Código Florestal de 2012,

Artigo 12. Todo imóvel rural deve manter área com cobertura de vegetação nativa, a título de Reserva Legal, sem prejuízo da aplicação das normas sobre as Áreas de Preservação Permanente, observados os seguintes percentuais mínimos em relação à área do imóvel, excetuados os casos previstos no artigo 68 desta Lei:

I – Localizado na Amazônia Legal:

- a) 80% (oitenta por cento), no imóvel situado em área de florestas;
- b) 35% (trinta e cinco por cento), no imóvel situado em área de cerrado;
- c) 20% (vinte por cento), no imóvel situado em área de campos gerais;

II – Localizado nas demais regiões do País: 20% (vinte por cento).

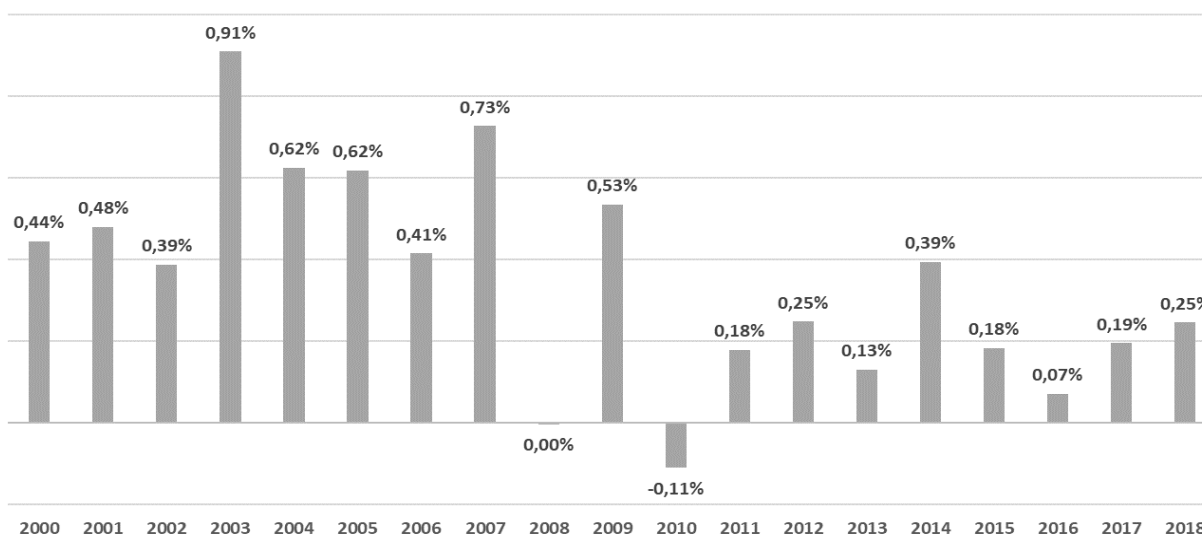
Dentre diversas outras responsabilidades legais, o código ainda prevê que é de responsabilidade do proprietário a proteção e fiscalização da área contida dentro de sua propriedade.

Quando falando de desmatamento ilegal, existem 3 dimensões principais: (i) Retirada da cobertura vegetal além do percentual permitido por lei, dentro de sua propriedade privada. (ii) Retirada de cobertura vegetal, dentro da terra de um terceiro, sem devida permissão, e, (iii) retirada de cobertura vegetal dentro de terras públicas ou reservas indígenas e naturais, sem permissão. Este terceiro vetor está muito conectado com a prática chamada “Grilagem”, que pode ser bem mais intensa e prejudicial devido ao seu nível de organização e comprometimento. A “Grilagem” consiste na falsificação de documentos de posse da terra. É comum que o desmatamento preceda e/ou suceda a grilagem, pois, para passar a impressão de que o suposto dono da terra já utiliza a propriedade há algum tempo, costuma-se utilizar alguma área para a construção de moradias ou

implementação de atividades agropecuárias. Sendo que para fazer isso é necessário na maioria das vezes retirar parte da cobertura vegetal natural. Além disso, quando o ato da grilagem é bem sucedido, por lei, o suposto proprietário tem direito a desmatar o percentual permitido naquele bioma. Devido à falta de uma unificação no registro de propriedades, esta prática ainda permanece recorrente.

O desmatamento mantinha níveis elevados, no Brasil, até o início do século XXI, como podemos ver nas figuras 5 e 6, elaboradas com dados do MapBiomas (2019). O Brasil desmatava a uma média de 0,6% das suas matas nativas por ano até 1999. A partir de 2000 essa média cai para 0,35%. O pico de desmatamento no Brasil no século XXI, foi em 2003, sendo que a partir desse ano, inicia-se um período de maior controle do desmatamento de Florestas nativas. Em 2010, foi registrado um ganho líquido de matas nativas (como o desmatamento está representado positivamente, o sinal negativo representa aumento). E a partir deste ano, os níveis permaneceram sempre abaixo da média histórica de 0,45% de desmatamento em relação à área do ano anterior.

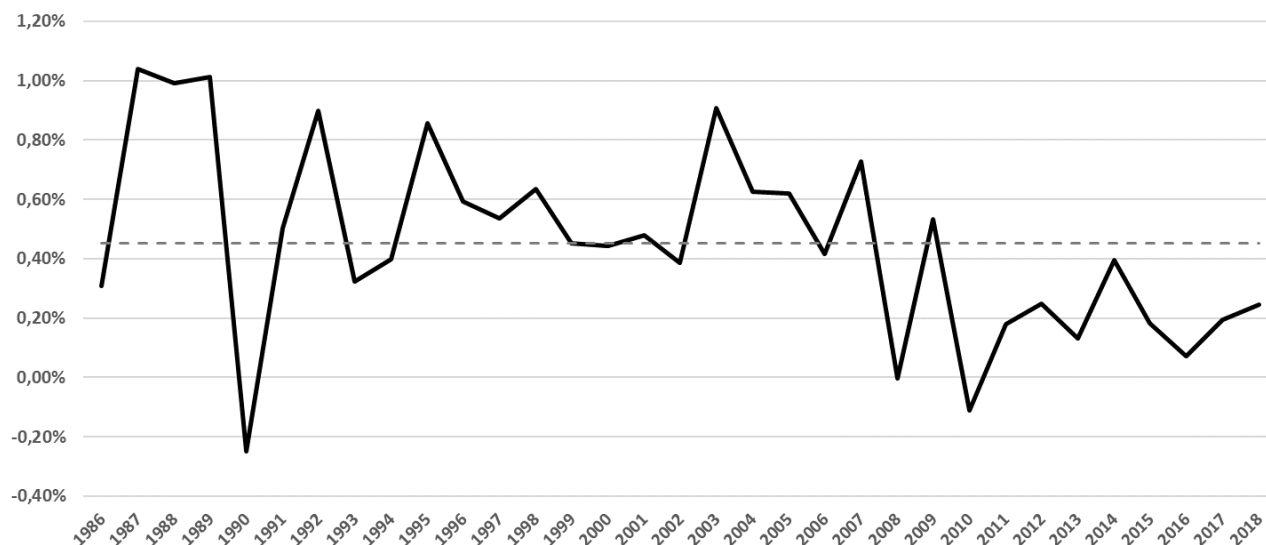
**Figura 5** – Redução da área de Florestas nativas, em percentual da área do ano anterior, no Brasil, de 2000 a 2018. <sup>2</sup>



Fonte: MapBiomas 2019

<sup>2</sup> Números positivos indicam redução, enquanto números negativos indicam um aumento da área de Florestas

**Figura 6** – Redução da área de Florestas nativas, em percentual da área do ano anterior, no Brasil, de 1986 a 2018. Média histórica em pontilhado.

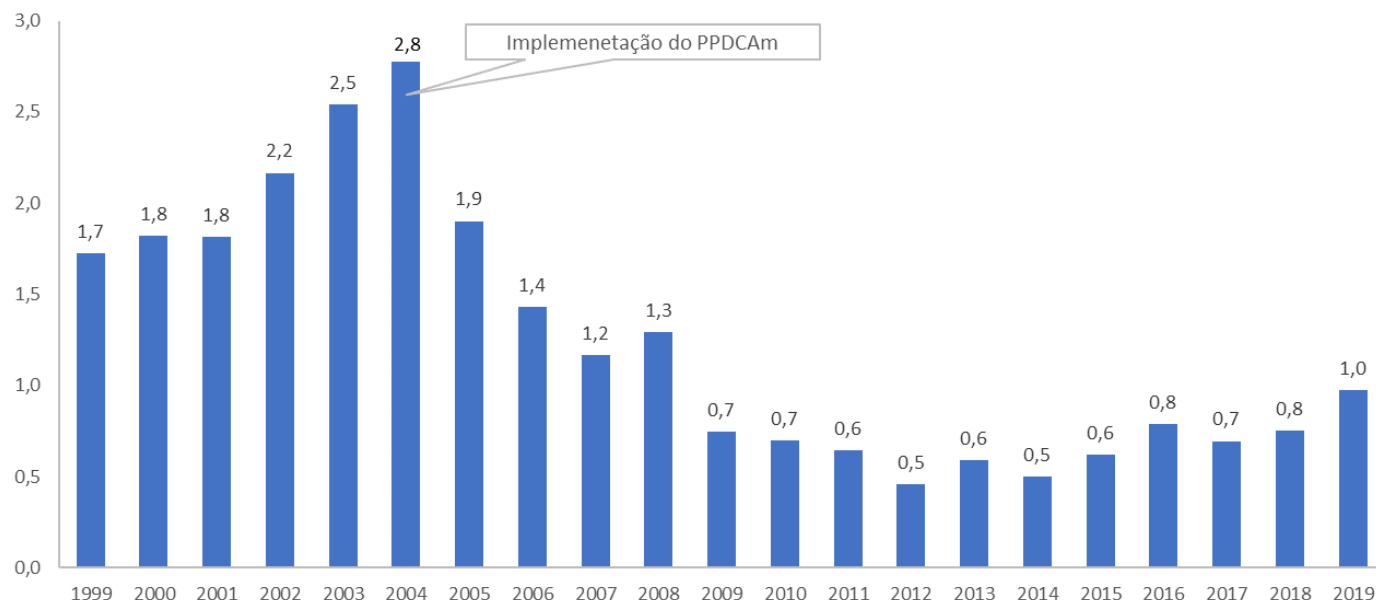


**Fonte:** MapBiomias, 2019

De fato, a agenda pública contra o desmatamento evolui muito nas últimas 3 décadas. Os esforços consistem em políticas, leis, e metas estabelecidas em acordos internacionais, como por exemplo: Earth Summit em 1992, Earth Summit +5 em 1997, Rio +10 em 2002, Copenhagem agreement em 2009, Rio + 20 em 2012, e Paris Agreement em 2016. A pauta principal das convenções internacionais costuma ser o aquecimento global e emissões de gases de efeito estufa, mas de todo modo, o desmatamento sempre é pauta importante, tanto indiretamente - relacionado a emissões de gases GEE - quanto diretamente.

Como resultado das metas para o desmatamento, no Brasil, foram estabelecidos alguns programas pelo governo, e uma legislação para os entes privados, com o intuito de proteger as matas nativas. Do lado dos programas governamentais, talvez o mais importante, seja o Plano de Prevenção e Controle do Desmatamento da Amazônia legal (PPCDAm), lançado em 2004 com objetivo de aumentar a fiscalização do desmatamento, e vigorando até hoje. O PPCDAm já está na sua quarta fase e é considerado o mais efetivo dos programas de contenção ao desmatamento na Amazônia legal (GTPS, 2015). A figura 4 mostra o ano de implementação do programa, junto aos níveis de desmatamento na Amazônia legal.

**Figura 4** - Desmatamento na Amazônia legal, em milhões de hectares, e o PPDCAm



**Fonte:** Elaboração própria, dados do INPE (2020).

Há indícios de que o esforço governamental é a principal variável de influência no controle do desmatamento, por meio do aumento de áreas de proteção, dos avanços tecnológicos e de fiscalização, e dos incentivos dados aos municípios para se engajarem na proteção ambiental (MERRY; SOARES-FILHO, 2016; ARRAES; MARIANO; SIMONASSI, 2012). O trabalho de Merry and Soares-Filho (2016) argumenta ainda, que o ganho de produtividade no setor pecuário não foi um fator relevante na redução do desmatamento no Brasil, uma vez que esses ganhos de produtividade, na verdade resultam do maior controle ambiental estabelecido pelo estado, e, portanto, da necessidade de se obter o maior retorno possível dentre limitadas extensões de terra.

Além do novo código florestal em 2012 e o PPDCAm em 2004, vale citar alguns outros acordos judiciais ou extrajudiciais, públicos e privados, como: Moratória da Soja em 2006; TAC da Carne em 2009; Cadastro Ambiental Rural CAR (2012); Princípios para Sustentabilidade em Seguros (PSI) em 2012; Resolução 4.327 do BACEN em 2014; Protocolo Verde dos Grãos também em 2014; *NY Declarations of Forests* estabelecida no *Climate Summit* em 2014, envolvendo diversas multinacionais que originam matéria prima no Brasil como Mcdonalds, Unilever e Nestlé. Todos estes instrumentos contribuíram em alguma medida para a redução do desmatamento. O início do século XXI foi marcado por uma mudança no comportamento das empresas, que,

aproveitando-se do desenvolvimento e disponibilidade de softwares, *big data* e imagens de satélite a custos relativamente baixos, aumentaram seu monitoramento do território agrícola e cobrança de maior *compliance* socioambiental dos produtores.

Os dados indicam que o Brasil está sendo eficaz em reduzir o desmatamento, e em trazer estabilidade aos seus níveis de forma independente ao crescimento da pecuária, que continua escalando. Como vimos, a partir de 2004, a média de desmatamento caiu para a metade da média entre 1993 e 2003 (INPE, 2020). A exemplo das conclusões dos trabalhos citados, muitos acreditam que essas políticas públicas e privadas de fiscalização tem sido efetivas em reduzir o desmatamento. Se isso for verdade, pode ser um indicativo de que o desmatamento é mais sensível às características regionais do que à expansão da pecuária em si. Em outras palavras, é possível que a pecuária não inerentemente cause desmatamento - apenas quando acompanhada de características de determinadas regiões - como por exemplo: instituições fracas, baixo *enforcement*, baixo desenvolvimento econômico e científico, entre outros.

#### **2.4. Desafios do setor pecuário brasileiro e mundial**

No Brasil, a pecuária é uma atividade econômica importante em níveis de produção e emprego, fazendo com que leis restritivas tenham impacto relevante, afetando não só grupos específicos, mas a economia de maneira geral. A pecuária contabiliza 26,5% do PIB agrícola e, portanto, 5,6% do PIB brasileiro, com uma produção agregada de 375,30 bilhões de reais anualmente (IBGE, 2019). Dessa maneira, a economia brasileira pode ser afetada pela imposição de restrições, públicas ou privadas, que busquem conter as externalidades negativas da atividade. O número de pessoas e corporações impactadas pode ser elevado, tornando o assunto delicado, macroeconomicamente.

A pecuária também possui um componente socioeconômico relevante: Muitos municípios dependem da atividade, e, famílias brasileiras residentes de regiões rurais e de pouco desenvolvimento econômico utilizam a pecuária como fonte renda e subsistência. Isso tem algumas implicações importantes. Primeiramente, um problema social, decorrente da dificuldade de privar famílias que possuem poucas alternativas como fonte de renda. Em segundo lugar, um problema de ilegalidade. Em determinadas regiões brasileiras, como a Amazônia legal, a falta de emprego,

infraestrutura, recursos do estado e fiscalização, são incentivos suficientes para o desmatamento ilegal, como fim de ganho econômico.

Além dos componentes macro e microeconômicos destacados, a pecuária possui um terceiro vetor: a internacionalização. A tendência mundial de crescimento populacional e renda coloca ainda mais pressão sobre a demanda dos produtos da pecuária. Principalmente sobre a pecuária bovina, tendo em vista que o aumento de renda leva a maior consumo dessa carne (Shroeder et al. 2010). Como vemos na tabela 1 e na figura 5, em 2040, a população mundial deverá aumentar em 1,5 bilhões de pessoas (variação de 19%), e, a Índia será o país mais populoso do mundo com 1,6 bilhões de habitantes. A população da África deve aumentar em mais de 700 milhões de pessoas. Este movimento deve elevar em alguma medida o consumo mundial de carne em termos absolutos - excluindo alguma mudança drástica no panorama de consumo apresentado na figura 6.

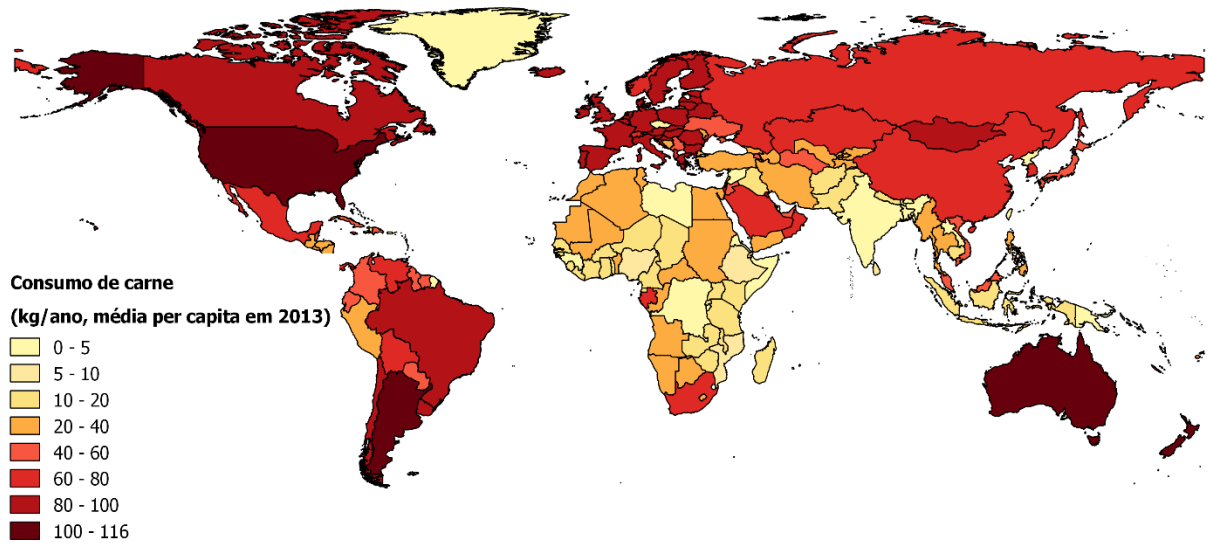
Além do aumento populacional, a renda é fator crítico nesta equação. Como destacado na figura 6, os países menos desenvolvidos consomem muito menos carne, sendo que regiões mais desenvolvidas como América do norte, Europa, consomem pelo menos 5 vezes mais carne per capita que país da África e do sul da Ásia. Apesar de muitos países consumirem quantidades consideráveis de carne, países da África por exemplo tem uma grande carência nesse alimento. O estudo de Neumann et. al. (2007) - que analisou a importância do consumo de carne em escolas no Kenya - mostra que a proteína animal é importante para a nutrição e tem considerável impacto no crescimento, e no desenvolvimento da capacidade cognitiva de jovens. É de se esperar que, dado um incremento de renda, esses países busquem aumentar o seu consumo de carne ao longo das próximas décadas, se aproximando dos países mais desenvolvidos, neste quesito, como foi o caso da China.

**Tabela 1** – População de diferentes regiões e Mundo (em milhões), em 2019 e estimativa para 2040

Região	População em Milhões		Variação	
	2019	2040	Absoluta	Relativa
África Sub-Saariana	1.107	1.812	705	64%
Brasil	211	229	18	9%
China	1.397	1.391	-7	-0,5%
Índia	1.366	1.593	226	17%
Oriente Médio e Norte da África	457	603	147	32%
Mundo	7.675	9.141	1.466	19%

**Fonte:** Elaboração própria. **Dados:** Banco Mundial 2019

**Figura 6** - Consumo mundial de carnes em Kg por ano por pessoa em cada país, em 2013.



**Fonte:** Centro de Agro Global Insper (2019) com base em dados da FAO (2019)

Na ausência de uma disrupção muito relevante no setor alimentício, os números indicam que a interação entre aumento populacional e de renda deverão pressionar a demanda internacional por carne, aumentando ainda mais a relevância da atividade pecuária no Brasil, e, portanto, os custos de oportunidade incorridos em restringir sua expansão para conter externalidades negativas. Estudos como Shroeder et. al. (2010), e Saath e Fachinelo (2018) corroboram com esta análise. Por isso, torna-se ainda mais importante entender se o aumento da produção de carnes no Brasil necessariamente se traduz em pressões sobre os recursos naturais, como matas nativas e espaços de preservação ambiental.

## **2.5. Impacto da pecuária nas florestas nativas**

Antes de partir para uma análise empírica, é preciso entender por que mecanismos a expansão da pecuária bovina poderia ser um fator indutor do desmatamento. Como já mencionado na seção 2.2, o crescimento da produção pecuária sobre novas regiões, chamada fronteira agrícola, pode estar associado a um maior desmatamento. Nas últimas décadas, a pecuária tem se tornado menos interessante em regiões de solos férteis e valorizados como Sudeste e Sul do país. Nessas regiões tem crescido o cultivo de grãos como soja, plantações de cana-de-açúcar, entre outras

atividades, sendo que a pecuária passa a se mover cada vez mais para regiões Centro-Oeste e Norte (IBGE, 2019). Isso significa que a produção se move para uma região de solo menos fértil, e condições menos propícias para atividades agropecuárias. Além disso, são regiões mais pobres, com grandes extensões de vegetação nativa difíceis de serem monitoradas constantemente.

Segundo o estudo de Rivero et. al. 2009, na região da Amazônia Legal: Pará, Mato Grosso, Rondônia, Maranhão e Tocantins, são os estados que concentram maior número de municípios onde já foi desmatado mais de 80% da vegetação nativa. De acordo com este mesmo estudo, no lugar da vegetação nativa, a principal atividade a ocupar a área é a pecuária bovina. Nessas regiões, além de a pecuária ser mais extensiva que nas regiões sul e sudeste – e, portanto, exigirem maior área de produção - existem mais dificuldade na fiscalização por parte de entidades públicas. São em geral locais de difícil acesso, com extensões muito grandes de terra. Os municípios são menos desenvolvidos, muitas vezes pouco urbanizados, e com recursos públicos limitados para fiscalizar o uso da terra e o desmatamento ilegal.

O estudo de Rivero et. al. 2009 afirma que o processo de expansão da pecuária nessas regiões tem se mostrado resiliente. A pecuária, segundo o estudo é uma alternativa de geração de renda interessante devido a sua liquidez, simplicidade de processos, e quantidade reduzida de investimento. Assim, antigos ou novos produtores possuem uma alternativa de baixo custo e baixa complexidade para aumentar sua renda, expandindo a sua área de produção, de forma legal ou muitas vezes ilegal. O desmatamento ilegal, particularmente, pode ter uma relação custo-benefício ainda mais interessante, já que não incorre em gastos monetários de aquisição da terra e tem uma probabilidade relativamente pequena de punição.

Neste ponto nota-se que, em muitas circunstâncias, não necessariamente a pecuária é a atividade indutora do desmatamento, e sim o contrário. Outros incentivos podem levar ao desmatamento, que, por sua vez, abre espaço para o aumento dos rebanhos. Por exemplo: a extração da madeira ilegal, ou a oportunidade de se apossar ilegalmente de uma terra do governo acabam incentivando a derrubada da cobertura nativa, e, posteriormente, devido as vantagens competitivas já destacadas, o gado é a opção mais rápida e viável para fazer uso da terra descoberta. Ainda nessa linha de raciocínio, a falta de emprego, de escolaridade, e de alternativas para geração de renda pode ser um catalizador para o desmatamento ilegal e a criação de gado na área desmatada (ARRAES, MARIANO e SIMONASSI, 2012). E por fim, a falta da presença de órgãos ambientais

regulatórios e supervisórios também são pontos igualmente importantes nessa equação (ARRAES, MARIANO e SIMONASSI, 2012).

Resumindo, a facilidade de implementar a atividade pecuária, os baixos custos de oportunidade das famílias, e a baixa fiscalização, parecem ser os principais motores para correlacionar a atividade pecuária com o desmatamento na região amazônica. Por essas mesmas variáveis, podemos explicar, então, por que se reduz as áreas de pastagens nas regiões Sudeste e Sul, e, porque nessas regiões não se reportam tantos focos de desmatamento. Por serem regiões mais desenvolvidas, possuem maior fiscalização e maiores custos de oportunidade de se praticar uma pecuária extensiva de pastoreio. Os retornos sobre investimento podem ser maiores produzindo, soja, milho, cana-de-açúcar, e, muitas vezes, atividades não relacionadas a agropecuária, como por exemplo atividades industriais ou turismo. Além disso, a pecuária praticada nessas regiões, normalmente faz uso de técnicas mais intensivas, como o confinamento, seleção genética, integração lavoura-pecuária, entre outras.

## **2.6. Dificuldades teórico-metodológicas e expectativas**

No contexto apresentado na seção acima, vimos que existem algumas nuances teóricas que podem dificultar a análise. Num país regionalmente tão diferente, encontramos tipos diferentes de solo, de vegetação nativa, e de clima. Cada região tem culturas diferentes, desenvolvimento econômico distintos, e maior ou menor fiscalização do estado, trazendo problemas e complicações que não seriam bem captados por meio de regressões lineares simples, que possivelmente apresentariam estimativas viesadas. Para contabilizar este problema, é que se torna importante obter os dados por município e por ano (painel), além de variáveis controle.

Outra complicação é medir a causalidade. Como já foi dito na seção 2.3, existe uma dúvida, em muitos casos, se a atividade pecuária realmente vem incentivando o desmatamento, ou se o contrário é verdadeiro, e o desmatamento incentiva a atividade pecuária. Devido a facilidade de implementação, a atividade naturalmente ocupa espaços deixados pelo desmatamento, e novamente poderíamos ter uma estimação viesada. Mais especificamente, uma relação entre a pecuária e o desmatamento sobre-estimada. Este problema é relativamente mais complexo, e necessitaria de um modelo diferente ou então da inclusão de variáveis instrumentais para ser

resolvido, algo que não será foco deste trabalho, mas é uma recomendação para futuros esforços. Uma variável instrumental interessante poderia ser a criação de frangos, que apesar de concorrente à pecuária bovina, não tem impacto direto no desmatamento pois é praticada em galpões que ocupam pouco espaço.

Por fim, é possível que o impacto médio para a totalidade Brasileira seja pequeno, ou, que este impacto venha diminuindo ao longo dos anos, e varie quando segmentado por diferentes regiões. Espera-se que o impacto da pecuária seja mais significativo no desmatamento em municípios de regiões onde a fiscalização é menor, e onde não é necessário ou possível de se utilizar a terra de maneira mais intensiva. Mudanças culturais, aumentos de produtividade, e melhorias na fiscalização do estado e das empresas (com maior tecnologia utilizada no combate ao desmatamento), podem também estar, ao longo dos anos, fazendo com que a expansão da pecuária bovina não tenha tanto impacto sobre as matas nativas e novamente, reforçando a utilização de dados em painel.

### 3. Análise empírica

#### 3.1. Estratégia Base

Para a análise empírica, o modelo utilizado será uma regressão linear múltipla, com os dados organizados em painel, separados por município e tempo. A opção pela especificação econométrica baseada em dados de painel se justifica - além do que foi citado na seção - pelo maior número de possibilidades com relação as informações contidas na base de dados, quando se compara aos dados em cortes transversais (cross-section) ou séries temporais (ELHORST, 2001). Com mais informações sobre o fenômeno estudado, os modelos em painel permitem uma exploração tanto da dimensão temporal quanto da dimensão de corte transversal, elevando-se os graus de liberdade e, por consequência, a eficiência da estimação (ALMEIDA, 2013). Outra vantagem é a possibilidade de se contornar o problema de omissão de variáveis explicativas, associadas a efeitos não observáveis (ou não mensuráveis), que são considerados constantes ao longo do tempo, como por exemplo questões regionais e não captadas pelas variáveis explicativas consideradas.

A variável resposta principal das regressões é o desmatamento de florestas nativas em cada município, por ano, em hectares. O desmatamento será utilizado positivamente, ou seja, foi calculado subtraindo a área de florestas nativas no ano “t” pela área de florestas nativas no ano “t - 1”, e depois multiplicada por “- 1” para inverter-se o sinal. Quando se calcula a variação na área de matas nativas de um ano para outro, um delta negativo significa desmatamento, mas, como o desmatamento comumente é apresentado como um número positivo em notícias e trabalhos, este mesmo método foi escolhido para evitar confusões. Portanto, quando um coeficiente da regressão for positivo, significa que a variável atrelada contribui para o aumento do desmatamento de um ano para outro, enquanto um estimador negativo, representa uma contribuição para a redução do desmatamento. A variável explicativa é simplesmente a quantidade de cabeças de gado bovino por município por ano.

Os dados de áreas de florestas nativas foram coletados do MapBiomas, e os dados de número de bovinos coletados no IBGE, do último censo agropecuário de 2017. Os dados de pecuária bovina do IBGE abrangem um número de municípios maior que os dados de Florestas Nativas do MapBiomas, e, portanto, perde-se alguns municípios na análise, mas este número é

pouco relevante se colocado em perspectiva. Além disso, alguns municípios não têm número de cabeças de gado reportada. Novamente a quantidade de municípios em que isso ocorre é bem pequena. Por fim, alguns municípios são criados ou extinguidos ao longo do tempo, também sendo um evento raro e não tendo um impacto digno de uma discussão mais aprofundada.

Variáveis controle são utilizadas nas equações, de acordo com a necessidade de contabilizar possíveis endogeneidades, todas elas por município e por ano. Para tal, são utilizadas: Áreas de Pastagens (MapBiomas); Número de cabeças bovinas por hectare de pastagem - Proxy para Produtividade; População (IBGE, 2019); Produto Interno Bruto<sup>3</sup> agropecuário (IBGE, 2019); Produto Interno Bruto de outras atividades excluindo o setor agropecuário (IBGE, 2019); área plantada de lavouras temporárias e permanentes em hectares (IBGE, 2019); Óbitos Violentos (IBGE, 2019); e área total do município em hectares (IBGE, 2019). Outras variáveis importantes são as próprias *Dummies* de município e tempo usadas no painel para controlar pelas características específicas de cada um dos municípios e de cada ano. Vale destacar a dificuldade de se encontrar determinados dados anuais para cada município brasileiro.

Para justificar a inclusão das variáveis controle citadas, podemos citar alguns exemplos da correlação entre o termo de erro e as duas variáveis principais. Dentre eles: (i) O aumento populacional contribui tanto para o aumento da demanda por carne quanto o aumento da demanda por espaço para se morar, ou para outros produtos. (ii) O aumento do PIB que pode aumentar tanto a demanda por carne, quanto a demanda por madeira ou pelo uso de mais terras para produção de diversas atividades. O aumento do PIB pode também estar relacionado ao maior ou menor desenvolvimento da região. (iii) O aumento da área utilizadas para outros produtos agrícolas pode aumentar o desmatamento e ao mesmo tempo reduzir a produção bovina, visto que são concorrentes por espaço.

A equação principal está representada em (1), sendo  $i=1,2,\dots,N$  referente as unidades espaciais (municípios);  $t=1,2,\dots,T$  refere-se às unidades de tempo (anos);  $Y_{it}$  é a variável dependente (quantidade de mata nativa);  $\alpha$  é a constante ou intercepto estimado;  $\beta$  é o vetor  $k$  por 1 de coeficientes da regressão;  $X$  é a matriz  $n$  por  $k$  de variáveis explicativas; e  $\epsilon_{it}$  é o termo de erro aleatório, com distribuição normal e variância constante. A estimação assume que a

---

<sup>3</sup> O PIB considerado não inclui impostos sobre produtos, sendo equivalente ao Valor adicionado Bruto (VAB).

heterogeneidade das unidades (efeito das variáveis omitidas) é captada por ( $\mu_i$ ). Estes resultados podem ser estimados por Efeito Fixo, eq (1), em que a heterogeneidade não observada se manifesta nos interceptos; ou Efeito Aleatório, eq (2) em que a heterogeneidade não observada se manifesta no componente de erro (WOOLDRIDGE, 2010).

$$Y_{it} = \alpha + \mathbf{X}'_{it}\boldsymbol{\beta} + \mu_i + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

Vale destacar as variáveis e como são introduzidas no modelo, além de relembrar como interpretar os parâmetros de modelos nível-nível e nível-log. O desmatamento, medido em hectares, entra na regressão em nível; O rebanho bovino, medido em unidades, entra no log natural; Pastagens, em hectares, entra no nível; a variável Proxy para Produtividade, calculada a partir do Rebanho e Pastagens, entra no log natural; População, medida, em unidades, entra no log natural; PIB agropecuário, medido em reais de 2019, no log natural; PIB não agropecuário também; Área de Lavouras Temporárias e Permanentes, em hectares, entra em nível; Número de óbitos violentos a cada 1000 habitantes, entra em nível, Área total do município, em hectares, entra em nível. Quanto a interpretação dos modelos: no nível-nível, ao variar uma unidade da variável explicativa, tudo mais constante, espera-se variar  $\hat{\beta}$  unidades da variável resposta. Já no caso do nível-log, com uma variação de 1% na variável explicativa, espera-se um delta de  $\hat{\beta} \div 100$  na variável resposta.

**Tabela 2** – Relação das variáveis introduzidas no modelo, e interpretação dos estimadores.

Variável		Medida	Tipo
y	Desmatamento	Hectares	Nível
x1	Reb. Bovino	Unidades	Log
x2	Pastagens	Hectares	Log
x3	Produtividade (x1 * 1000 / x2)	Unidades por mil hectares	Log
x4	População	Unidades	Log
x5	PIB agro	R\$ de 2019	Log
x6	PIB excluindo agro	R\$ de 2019	Log
x7	Lavouras	Hectares	Nível
x8	Óbitos violentos	Nº de Mortes por mil habitantes	Nível
x9	Área Total	Hectares	Nível

Regressão	Varição em x	Impacto em y
Nível - Log	1%	$\beta \div 100$
Nível - Nível	1	$\beta$

### 3.2. Resultados

**Tabela 3:** Regressões. Brasil. 2002 - 2007 (coeficientes em negrito e respectivo p-valor abaixo)

Y = Desmatamento	Dados Empilhados	Efeitos Aleatórios	Efeitos Aleatórios Amazônia Legal	Efeitos Aleatórios excluindo Amazônia Legal	Efeitos Fixos
Ln [Reb. Bovino]	<b>-115,26</b>	<b>172,12</b>	<b>956,65</b>	<b>-10,83</b>	<b>841,32</b>
	0,000	0,000	0,000	0,131	0,000
Pastagens	<b>0,014</b>	<b>0,002</b>	<b>0,005</b>	<b>-0,002</b>	<b>-0,075</b>
	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Ln [Produtividade Pecuária]	<b>201,52</b>	<b>-63,20</b>	<b>-1182,55</b>	<b>29,90</b>	<b>-930,05</b>
	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000
Ln [População]	<b>193,76</b>	<b>195,81</b>	<b>1307,63</b>	<b>18,41</b>	<b>-641,17</b>
	0,000	0,000	0,000	0,052	0,000
Ln [PIB agro]	<b>-40,40</b>	<b>74,51</b>	<b>288,72</b>	<b>11,39</b>	<b>201,94</b>
	0,000	0,000	0,001	0,081	0,000
Ln [PIB exclu. agro]	<b>-216,28</b>	<b>-254,60</b>	<b>-1580,91</b>	<b>-50,43</b>	<b>-182,82</b>
	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Lavouras	<b>0,005</b>	<b>-0,004</b>	<b>-0,002</b>	<b>0,002</b>	<b>-0,037</b>
	0,000	0,000	0,199	0,000	0,000
Óbitos Violentos / 1000hab.	<b>270,08</b>	<b>189,51</b>	<b>1128,25</b>	<b>14,04</b>	<b>95,89</b>
	0,000	0,000	0,000	0,125	0,000
Área Total	<b>0,001</b>	<b>0,002</b>	<b>0,001</b>	<b>0,002</b>	<b>(omitted)</b>
	0,000	0,000	0,000	0,000	-
Constante	<b>1991,25</b>	<b>400,53</b>	<b>9682,54</b>	<b>388,42</b>	<b>7874,65</b>
	0,000	0,104	0,000	0,366	0,000
R2	22,66%				
Teste F ou X2		3409,12	1131,74	2332,23	1203,06
p-valor		0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Teste de Hausmann					2016,34
p-valor					0,0000
Número de observações	86.173	86.173	13.134	73.039	86.173

#### 3.2.1 Dados Empilhados

O primeiro modelo estimado é com Dados Empilhados, para o Brasil como um todo, e no período completo, com resultados expostos na tabela 3. Observa-se que todas as variáveis utilizadas são estatisticamente significantes para explicar o desmatamento nos municípios brasileiros, neste

modelo. Os coeficientes não devem ter grande valor para as conclusões devido às desvantagens metodológicas em relação ao painel, já destacadas, mesmo assim vale uma breve análise. O coeficiente estimado mais importante para o estudo, atrelado ao rebanho bovino, é negativo, e representa que, um aumento de 1% do rebanho bovino de um município, em média, contribui para uma redução no desmatamento de 1,15 hectares anuais.

A interpretação desse estimador negativo requer um certo cuidado. Como observado na revisão teórica apresentada, há uma correlação negativa entre pastagens e rebanhos bovinos, nos últimos anos, no Brasil. Ou seja, em muitos municípios brasileiros, temos um espaço utilizado para a criação bovina cada vez menor. É possível e provável que, dado que este modelo não controla com dummies de ano e município, o estimador da regressão tenha capturado essa correlação negativa, indicando, que o aumento marginal do número de cabeças em um rebanho, tudo mais constante, contribuiria para a reduzir o desmatamento.

Isso é algo difícil de se argumentar a favor e explicar na prática, pois cada cabeça de gado requer um espaço mínimo para ser criada. Mesmo que este espaço seja pequeno e cada vez menor, ele é sempre positivo. Por mais que o aumento da produtividade tenha ajudado a diminuir a área necessária para a criação de bovinos, se um produtor adicionar um bezerro ao seu rebanho sem mudar qualquer outra variável, ou ele irá cria-lo na mesma área que já possui, ou necessitará um aumento marginal na área de criação. É difícil imaginar alguma hipótese em que adicionar este animal, tudo mais constante, reduziria o nível de desmatamento.

### **3.2.2 Efeitos Aleatórios**

A segunda regressão a ser analisada, é feita com dados em painel considerando Efeitos Aleatórios. Dessa vez o resultado para o estimador atrelado à variável de interesse é positivo, como podemos observar na própria tabela 3, sendo que, dado o parâmetro estimado, um aumento de 1% no rebanho bovino, seria responsável, em média, por um aumento de 1,72 hectares de desmatamento anual por município. Vemos que o coeficiente atrelado a Produtividade é significativo, mas pouco relevante. Um aumento anual de 1% na quantidade de bois por hectare levaria, em média, a uma diminuição no desmatamento anual de 0,63 hectares.

Os coeficientes atrelados à Pastagens e Lavouras apesar de estatisticamente significantes, na prática tem impacto muito pequeno, sendo que um aumento de 1 hectare dessas vegetações deve levar a um impacto inferior a 0,005 hectares no desmatamento anual. Percebemos que, quanto maior o PIB agro de um município maior o desmatamento anual médio, já o PIB não agro tem o efeito oposto. É de se imaginar que, tudo mais constante, o aumento da produção de bens e serviços agropecuários tendem a aumentar o desmatamento, enquanto, por outro lado, o aumento do produto interno bruto de outras atividades pode desestimular o desmatamento à medida que representa menor dependência de recursos naturais e maior urbanização. Além disso o PIB não agro, pode ser uma proxy para o nível de desenvolvimento de um município, fazendo sentido então, que, quanto maior ele seja, menor seja o desmatamento anual.

Como indicado pelo teste de Hausman, os estimadores da regressão com Efeitos Aleatórios são menos consistentes do que os coeficientes estimados com Efeitos Fixos, e, portanto, essa regressão com Efeitos Aleatórios tem menos valor para a análise. Porém, ela pode trazer à tona uma observação interessante explicitada na própria tabela 3: Para municípios localizados na Amazônia Legal, a atividade de criação bovina parece ter correlação bem maior com o desmatamento do que para municípios fora desta delimitação. Além disso, o desmatamento na Amazônia Legal também parece ser muito mais sensível às outras variáveis do modelo como: Produtividade, População, PIB e Número de Mortes Violentas.

Ao excluir municípios da Amazônia Legal, alguns estimadores chegam a ser estatisticamente insignificantes, com 95% de confiança, para explicar o desmatamento anual. Como destacado na revisão metodológica, isso possivelmente ocorre, pois, a região da Amazônia Legal é, relativamente ao resto do Brasil, menos desenvolvida, mais difícil de ser monitorada, e depende em maior medida de recursos naturais e atividades agropecuárias praticadas de forma extensiva como fonte de renda e subsistência para a sua população.

### **3.2.3 Efeitos Fixos**

Por fim, foi estimada uma regressão com efeitos fixos, a qual, com base no teste de Hausman deve ter os estimadores mais confiáveis para uma análise mais aprofundada. Observa-se algumas diferenças chamativas para com as outras regressões. A primeira delas, é que o coeficiente

de interesse, atrelado à variável de rebanho bovino, é mais relevante. Dado o estimador deste modelo, a elevação de 1% nos rebanhos bovinos representaria em média, um aumento de 8,41 hectares de desmatamento anual nos municípios. Vale colocar esse número em perspectiva. O Brasil desmatou 1.241.447 hectares de florestas nativas em 2018, segundo dados do MapBiomas. Isso corresponde a uma média de 223 hectares por município neste ano. No período analisado (2002 a 2017), essa média foi de 395 hectares por município, por ano. O rebanho brasileiro de gado bovino cresce à uma taxa média de 1,4% por ano no Brasil (4,9% na região Norte e 0,1% nas regiões Sul e Sudeste), desde os anos 1990. Se o estimador dessa regressão representar a realidade, o aumento no rebanho bovino de um ano para outro, no Brasil, seria responsável por um aumento de 11,77 hectares no desmatamento médio por município, dentre os 395 totais.

Tanto este resultado encontrado por Efeitos Fixos, quanto o resultado encontrado nas outras regressões, apesar de relevantes, são bem diferentes de resultados encontrados por outros estudos realizados para períodos diferentes e apenas para a região da Amazônia Legal. Rivero et. al. 2009, que utilizou metodologia similar para o período de 2000 a 2006, apenas para municípios da Amazônia Legal, encontrou que o aumento de 1 unidade no rebanho bovino, leva, em média, ao aumento de 0,35 hectares de desmatamento por ano, resultado muito mais expressivo que o resultado encontrado no presente trabalho. Dado que a média do número de cabeças de gado bovino por município no Brasil é aproximadamente 36.000, os resultados de Rivero et. al. sugerem que um aumento de 1% no rebanho de gado bovino de um município, deve levar a um aumento de aproximadamente 120 hectares de desmatamento anual. Vale considerar, porém, que o período analisado por Rivero et. al. foi um dos períodos de desmatamento mais intenso e descontrolado no Brasil, com uma média de mais de 700 hectares de desmatamento anual por município, em comparação aos 395 hectares no período analisado no presente estudo.

Já o impacto estimado da produtividade, consistentemente com a discussão feita no presente trabalho, se mostrou bem relevante. Como observado na tabela 3, um aumento de 1% na capacidade de criação de gado bovino por hectare, está atrelado a uma redução do desmatamento anual de 9,30 hectares. Como discutido na seção 2, a produtividade é um dos grandes aspectos que possibilitaram a redução de impactos ambientais da atividade pecuária e agrícola no Brasil, e, municípios que utilizam métodos mais intensivos de produção tendem a desmatar menos.

O impacto das Pastagens e Lavouras, novamente se mostram muito pouco relevantes, e, dessa vez com sinal negativo. Ou seja, o aumento de 1 hectare de pastagem em determinado ano, estaria atrelado a uma redução de 0,075 hectares no desmatamento daquele mesmo ano. Este resultado é um dos poucos resultados realmente surpreendentes do estudo. Uma hipótese a ser considerada para explicar este fenômeno é o modo como foi especificado o modelo: ao inserir a variável resposta em forma de delta (desmatamento) e introduzir Rebanhos Bovinos e Pastagens na mesma regressão, espera-se que, tudo mais constante, a elevação do rebanho bovino seja um fator mais incentivador para o aumento do desmatamento de um ano para outro, do que uma elevação na área de pastagem. Isso porque, ao aumentar os rebanhos, com todas as outras variáveis constantes, os produtores naturalmente buscariam mais espaço para a criação desses bovinos, engajando-se no desmatamento ao longo daquele ano. Enquanto, aumentar as pastagens de um ano para o outro, tudo mais constante (incluindo o próprio rebanho bovino) significaria mais espaço para a criação bovina, e, portanto, menos incentivo para se desmatar no próximo ano.

O impacto do aumento populacional parece ser um fator que desincentiva o desmatamento. O aumento de 1% na população de um município leva a uma redução estimada de 6,41 hectares de desmatamento anual. O aumento do PIB agropecuário parece contribuir para uma elevação no desmatamento anual médio, enquanto o PIB não relacionado às atividades agropecuárias, parece ter impacto contrário, sendo que um aumento de 1% no PIB não agro, deve levar em média a uma redução de 1,47 hectares no desmatamento anual. Novamente podemos buscar a explicação para isso na revisão feita neste trabalho. A variação no PIB pode ser uma proxy de desenvolvimento, e como discutido, municípios mais desenvolvidos tenderiam a ter melhores instituições, mais recursos para a fiscalização, e menos dependência de recursos naturais e do agronegócio para a renda ou subsistência. São municípios em geral mais urbanos e mais dependentes de serviços e indústrias não necessariamente agrícolas para manutenção de renda.

Na mesma linha de raciocínio a variável óbitos violentos por 1000 habitantes, parece sempre estar positivamente relacionada com o desmatamento. Sendo que, na regressão com efeitos fixos, um aumento anual de 1 morte violenta para cada 1000 habitantes, tudo mais constante, está atrelada a um aumento de 0,95 hectares de desmatamento anual. O valor em si deste estimador não representa muita informação, porém, é importante notar que o número de mortes violentas é uma característica diretamente relacionada ao poder de monitoramento das autoridades, e de *enforcement*

da lei nos municípios, sendo, portanto, uma proxy para qualidade institucional difícil de se medir na prática. O que se pode concluir a partir de qualquer uma das regressões, neste sentido, é que, tudo mais constante, quanto mais um município aturar em números de óbitos violentos, maior tende a ser o nível de desmatamento anual praticado neste município.

### **3.3 Limitações e recomendações**

Dentre as limitações e recomendações deste estudo, vale destacar algumas. A primeira delas é uma limitação de escopo. Para que fosse possível entrar em maiores detalhes sobre as características não observáveis dos municípios, seria necessário um trabalho muito mais profundo e multidisciplinar, abordando áreas de direito econômico, desenvolvimento socioeconômico, finanças públicas, ciências agronômicas, relações corporativas, entre outros.

A segunda limitação, já ressaltada ao longo do texto, tem a ver com a endogeneidade por simultaneidade entre desmatamento e produção pecuária. Muitas vezes o desmatamento tem incentivos diversos, mas é sucedido pelo estabelecimento da pecuária por ser uma atividade de alta liquidez e simplicidade de processos. Ou seja, o estimador das regressões poderia estar sendo sobrestimado e o impacto verdadeiro da pecuária sobre o desmatamento seria na verdade menos relevante. A utilização de variáveis instrumentais poderia proporcionar um estimador mais confiável. Nessa mesma linha de raciocínio, introduzir variáveis explicativas em diferentes defasagens de tempo poderia ser interessante. Além disso, muitas variáveis que poderiam fazer sentido para o modelo são extremamente difíceis de serem encontradas por município e por ano para um período tão grande.

Os dados do MapBiomas, coletados através de satélites, apesar de possuir algumas vantagens sobre os dados do IBGE - como por exemplo o fato de não dependerem de um censo agropecuário e, portanto, estar menos sujeito a erros humanos - têm algumas características metodológicas que são constantemente tema de debate e crítica (NOGUEIRA, 2020). Esse tipo de questão também não foi abordado neste trabalho para evitar divergir do foco principal. Por fim, vale ressaltar que as regressões não foram ponderadas pela área dos municípios, e isso pode distorcer o estimador caso exista uma grande heterogeneidade no impacto das variáveis dependendo do tamanho de cada município.

#### **4. Conclusão**

A pecuária ainda é muito relacionada a externalidades negativas, no Brasil, sendo que isso tem repercutido nas mídias e no debate acadêmico, na maioria das vezes de forma negativa. Por outro lado, a pecuária é uma atividade importante para o Brasil e para o mundo em termos macro e microeconômicos, como fonte de renda e subsistência, e importante componente alimentar. Restringir o desenvolvimento desta atividade, com sanções públicas ou privadas, portanto, pode ser um processo difícil e custoso. Assim, torna-se interessante buscar alternativas para a contenção do desmatamento que não envolvam a redução da produção de carne bovina, e, para isso, é necessário entender qual o atual nível de causalidade entre pecuária bovina e desmatamento, além de entender que outras variáveis estão envolvidas neste processo.

Observa-se que no Brasil como um todo a pecuária tem um impacto pouco relevante no desmatamento nos últimos anos, apesar de positivo, ao contrário do que é concluído em estudos feitos para municípios da Amazônia legal e em períodos mais antigos. Essa diferença pode ser explicada pelo estabelecimento de medidas mais fortes de monitoramento público e privado e ganhos de produtividade no setor nos últimos 15 anos. Ganhos de eficiência e engajamento dos stakeholders, tem sido essencial para que o Brasil mantenha um crescimento da produção de carnes simultaneamente a um forte controle do desmatamento como observado de 2004 a 2017.

Por fim, observa-se que variáveis regionais observáveis e não observáveis são de extrema importância para determinar se o desmatamento vai ser mais ou menos intenso, muitas vezes mais importantes do que o próprio nível de atividade pecuária e crescimento nos rebanhos. Portanto, ações como: o monitoramento do estado, busca por desenvolvimento social e econômico de municípios menos desenvolvidos, e estabelecimento de leis que incentivem a preservação e fiscalização, estão entre algumas das alternativas para o controle do desmatamento, que tem potencial de reduzir essa externalidade negativa sem restringir a atividade pecuária, tão importante para algumas famílias brasileiras, e para a economia de maneira geral.

## Referências

- ALMEIDA, E. Econometria Espacial Aplicada. 2ª ed. Campinas: Alinea, 2013. 498 p.
- ALVARENGA, R., NOCE, M. Integração Lavoura-Pecuária; 2005.
- ANDREONI M. “Is Brazilian Leather Out of Fashion? H&M Stops Buying Over Amazon Fires”. New York Times, 25 set. 2019. Disponível em: <https://www.nytimes.com/2019/09/05/world/americas/h-m-leather-brazil-amazon-fires.html>. Acesso em: 12 nov. 2019.
- ARRAES, R., MARIANO, F., SIMONASSI, A. Causas do Desmatamento no Brasil e seu Ordenamento no Contexto Mundial, 2012. Disponível em <http://www.scielo.br/pdf/resr/v50n1/a07v50n1>. Acesso em: 10 out. 2019.
- BRASIL, IBGE. Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo 15 - setembro 2019, 2019. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/home/ipca15/brasil>. Acesso em 10 out 2019.
- BRASIL, IBGE. Censo Agropecuário 2017 - Resultados Preliminares, 2017. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-agropecuario/censo-agropecuario-2017>. Acesso em 10 out 2019.
- BRASIL. Lei 12.727. Código Florestal Brasileiro. Disponível em: <http://www.normaslegais.com.br/legislacao/lei-12727-2012.htm>. Acesso em: 10 nov. 2019.
- CARRINGTON, D. Avoiding meat and dairy is ‘single biggest way’ to reduce your impact on Earth, 2018. Disponível em <https://www.theguardian.com/environment/2018/may/31/avoiding-meat-and-dairy-is-single-biggest-way-to-reduce-your-impact-on-earth>. Acesso em: 20 fev. 2020.
- CEPEA – Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada. Mercado de trabalho do agronegócio brasileiro, 2019. Disponível em [https://www.cepea.esalq.usp.br/upload/kceditor/files/2019\\_4%20TRI%20Relatorio%20MERCA\\_DODETRABALHO\\_CEPEA\(1\).pdf](https://www.cepea.esalq.usp.br/upload/kceditor/files/2019_4%20TRI%20Relatorio%20MERCA_DODETRABALHO_CEPEA(1).pdf). Acesso em: 26 jan. 2020.
- CEPEA – Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada. Disponível em: <https://www.cepea.esalq.usp.br/br>. Acesso em: 10 mai 2020.

CHADDAD, F. Economia e Organização da Agricultura Brasileira; 1ª ed. 2017.

CONSULTORIA SCOT. A representatividade da pecuária, 2019. Disponível em <https://blogs.canalrural.uol.com.br/blogdoscot/2019/05/28/a-representatividade-da-pecuaria/>.

Acesso em: 12 out. 2019.

DINIZ, M., *et al.* Causas do desmatamento da Amazônia: uma aplicação do teste de causalidade de Granger acerca das principais fontes de desmatamento nos municípios da Amazônia Legal brasileira, 2009. Disponível em [http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-63512009000100006&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-63512009000100006&script=sci_arttext). Acesso em: 12 out. 2019.

ELHOSRT, P. Panel Data Models Extended to Spatial Error Autocorrelation or a Spatially Lagged Dependent Variable, 2001. Disponível em <https://core.ac.uk/download/pdf/6909103.pdf>. Acesso em: 09 abr. 2019.

EQUIPE INFOMONEY. H&M suspende compra de couro do Brasil, diz site, 2019. Disponível em <https://www.infomoney.com.br/negocios/hm-suspende-compra-de-couro-do-brasil-diz-site/>.

Acesso em: 12 out. 2019.

FARIAS, T. A reserva legal ambiental no novo Código Florestal, 2019. Disponível em <https://www.conjur.com.br/2019-jul-06/reserva-legal-ambiental-codigo-florestal>. Acesso em: 13 out. 2019.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO), WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). Disponível em: <http://www.fao.org/home/en/>. Acesso em: 12 out 2019.

GTPS. Brazilian Livestock and its Contribution to Sustainable Development Brazilian Roundtable on Sustainable Livestock – GTPS Whitepaper; 2015.

INPE - INSTITUTO DE PESQUISAS ESPACIAIS. Dados Abertos, 2019. Disponível em [http://www.inpe.br/dados\\_abertos/](http://www.inpe.br/dados_abertos/). Acesso em 10 out 2019.

JUNIOR, A., et al. Integração lavoura-pecuária: intensificação de uso de áreas agrícolas; 2009.

LOEVINSOHN, Benjamin. **Population estimates and projections**. Washington, DC: The World Bank, 2019. Disponível em: <https://databank.worldbank.org/source/population-estimates-and-projections> . Acesso em: 12 out. 2019.

LOEVINSOHN, Benjamin. **Data for High income, Middle income, Low income**. Washington, DC: The World Bank, 2019. Disponível em: <https://data.worldbank.org/?locations=XD-XP-XM>. Acesso em: 12 out. 2019.

MAPBIOMAS. Disponível em: <http://mapbiomas.org/>. Acesso em: 18 abr 2020.

MERRY, F., SOARES-FILHO, B. Will intensification of beef production deliver conservation outcomes in the Brazilian Amazon?, 2016. Disponível em: [https://www.elementascience.org/articles/10.1525/elementa.224/?utm\\_source=TrendMD&utm\\_medium=cpc&utm\\_campaign=TrendMD\\_Element](https://www.elementascience.org/articles/10.1525/elementa.224/?utm_source=TrendMD&utm_medium=cpc&utm_campaign=TrendMD_Element). Acesso em: 11 out. 2019.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal. Disponível em <https://www.mma.gov.br/informma/item/616-preven%C3%A7%C3%A3o-e-controle-do-desmatamento-na-amaz%C3%B4nia>. Acesso em: 11 out. 2019.

MELLO, N., ARTAXO, P. Evolução do Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal, 2017. Disponível em <https://www.scielo.br/pdf/rieb/n66/2316-901X-rieb-66-00108.pdf>. Acesso em: 07 fev. 2020.

MUDADU, M., PORTO-NETO, L., REGITANO, L. Genomic structure and marker-derived gene networks for growth and meat quality traits of Brazilian Nelore beef cattle, 2016. Disponível em <https://link.springer.com/article/10.1186/s12864-016-2535-3>. Acesso em: 18 fev. 2020.

NEUMANN, C. et.al. Meat Supplementation Improves Growth, Cognitive, and Behavioral Outcomes in Kenyan Children, 2007. Disponível em [https://pdfs.semanticscholar.org/9b9c/a29e7bf27a482f560e9858dd62e8c7a15f12.pdf?\\_ga=2.170697504.1848456891.1573473458-1555697459.1573473458](https://pdfs.semanticscholar.org/9b9c/a29e7bf27a482f560e9858dd62e8c7a15f12.pdf?_ga=2.170697504.1848456891.1573473458-1555697459.1573473458). Acesso em: 15 fev. 2020.

NOGUEIRA, M. Pastagens: conclusões erradas a partir de dados incorretos, 2020.

NOGUEIRA, M. Pastagens: dados que estão sendo divulgados são confiáveis, 2020.

REDD+ BRASIL. Consideração e respeito, 2018. Disponível em <http://redd.mma.gov.br/pt/risco-de-reversoes/consideracao-e-respeito>. Acesso em: 12 out. 2019.

RIVERO, S, *et al.* Pecuária e desmatamento: uma análise das principais causas diretas do desmatamento na Amazônia, 2009. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-63512009000100003](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-63512009000100003). Acesso em: 11 out. 2019.

SAATH, K., FACHINELLO, A. Crescimento da demanda mundial de alimentos e restrições do fator terra no Brasil, 2018. Disponível em [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-20032018000200195](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-20032018000200195). Acesso em: 10 out. 2019.

SCHROEDER, T., BARKLEY, A., SCHROEDER, K. A. Income Growth and International Meat Consumption, 2010. Disponível em [https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1300/J047v07n03\\_02](https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1300/J047v07n03_02). Acesso em: 11 out. 2019.

THE WORLD BANK. Improving Nutrition Through Multisectoral Approaches, 2013. Disponível em <http://documents.worldbank.org/curated/en/625661468329649726/pdf/75102-REVISED-PUBLIC-MultisectoralApproachestoNutrition.pdf>. Acesso em: 11 out. 2019.

TONASSI, S., BASIK, N. Novo Relatório: Abertura Ilegal de Áreas para Agricultura Comercial É Responsável por Metade do Desmatamento Tropical; 2014.

UN RESEARCH. UN Documentation: Environment. Disponível em <https://research.un.org/en/docs/environment/conferences>. Acesso em: 11 out. 2019.

UNITED NATIONS CLIMATE CHANGE. The Paris Agreement. Disponível em <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement/the-paris-agreement>. Acesso em: 09 out. 2019.

VECCHI, L. O caminhar da pecuária brasileira, 2019. Disponível em <https://www.scotconsultoria.com.br/noticias/artigos/50006/o-caminhar-da-pecuaria-brasileira.htm>. Acesso em: 10 out. 2019.

WATTS, J. Wild Amazon faces destruction as Brazil's farmers and loggers target national park, 2017. Disponível em <https://www.theguardian.com/world/2017/may/27/brazil-wild-amazon-faces-destruction-farmers-loggers-sierra-ricardo-franco-park>. Acesso em: 15 fev. 2020.

WOOLDRIDGE, J. Introdução a Econometria, uma abordagem moderna; 2ª ed. 2010.