Insper

Ciências Econômicas

Felipe Nakano Fabris

Determinantes do desmatamento na Amazônia Legal: uma análise exploratória

São Paulo

2020

Felipe Nakano Fabris

Determinantes do desmatamento na Amazônia Legal: uma análise exploratória

Monografia apresentada ao programa de Graduação em Economia, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Economia.

Orientadora: Prof. Priscila Borin De Oliveira Claro

São Paulo

2020

Fabris, Felipe Nakano

Determinantes do desmatamento na Amazônia Legal: uma análise exploratória /Felipe Nakano Fabris. – São Paulo, 2020.

38 f.

Monografia: Faculdade de Economia e Administração. Insper, Instituto de Ensino e Pesquisa – Insper, 2020

Orientador: Prof. Priscila Borin de Oliveira Claro

1. Desmatamento. 2.Amazônia. 3.Pecuária. 4.Soja. 5.Agricultura.

Felipe Nakano Fabris

Determinantes do desmatamento na Amazônia Legal: uma análise exploratória

Monografia apresentada ao programa de Graduação em Economia, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Economia.

Orientadora: Prof. Priscila Borin De Oliveira Claro

Banca Examinadora

Priscila Borin de Oliveira Claro

Bruno Varella Miranda

Resumo

A Amazônia Legal é uma região brasileira que está em constante debate mudança. Sua utilização como recurso econômico vem ocorrendo desde os anos 60 e hoje, tem como principal *driver* de seu desmatamento a agropecuária. Nesse artigo será investigado como esse e os demais determinantes do desflorestamento, como a agricultura e o extrativismo vegetal, agem no período de 2001 até 2018. Observando e controlando por fatores institucionais e econômicos que possam influenciar no desmatamento dos municípios da Amazônia Legal, mas tendo em foco a produção pecuária, a extração de madeira e as culturas de Soja, Milho e Cana de Açúcar e seus rendimentos. Foi realizada a análise de uma matriz de correlação, aliada à uma regressão com dados em painel do período explicitado, a nível de município. Tendo em mente a robustez do modelo no processo, foi concluído que de fato a criação de gado é o que mais contribui para o desmatamento na Amazônia Legal, assim como confirmada a relevância da produção de soja para o desflorestamento sendo o segundo principal *driver*.

Palavras-chave: Desmatamento. Amazônia, Pecuária. Soja. Agricultura.

Abstract

The Legal Amazon is a Brazilian region under constant debate and change. It's utilization as an economic resource has been dated since the 60s and nowadays, the main driver for the deforestation is cattle. In this study, it will be analyzed how the former and other prompters for the deforestation, such as agriculture and extractivism act from the period of 2001 to 2018. Observing and controlling by economic factors that may influence the phenomenon in the Legal Amazon, but focusing on Cattle, logging activity and the production of Soy, Corn and Sugar Cane and its productivities. First it was used a correlation matrix to identify preliminary results, then a regression with panel data covering the period mentioned, by municipality. Keeping in mind the robustness of the model, it was found that cattle breeding is the major drive of deforestation on the Legal Amazon, also as expected, it was confirmed the relevance of Soy production and the increase in its productivity encourages the reduction of forests, being the second biggest driver.

Keywords: Deforestation. Amazon. Cattle. Soy. Agriculture.

Sumário

1.Introdução

2.Revisão da Literatura

2.1. Fatores Econômicos

2.2. Fatores Institucionais

2.3. Fatores Tecnológicos

2.4. Fatores Socioculturais

2.5. Fatores Demográficos

2.6. Interação entre os fatores e outras considerações

3. Material e Descrição

3.1. Descrição da Amostra

3.1.1. Análise de Rendimento

4. Metodologia

4.1. Matriz de Correlação

4.2. Modelo Econométrico e Validação

5. Resultados do Modelo

5.1. Discussão das Variáveis Não Relevantes

5.2. Discussão das Variáveis Relevantes

6. Conclusão e Considerações Finais

7. Limitações e Recomendações

1. Introdução

Em 1960, durante a ditadura militar, o governo decidiu tomar diversas medidas para integrar a Amazônia ao território nacional e por consequência à economia (Santos *et* al., 2017), com a construção de 60.000 quilômetros de rodovias construídas e auxiliando diversas famílias a se alocarem ao longo dessas novas estradas e, paralelamente, incontáveis outras foram ao Norte e Centro-Oeste do país sem ajuda formal do governo. Isso acarretou um aumento drástico da população da região, de 7,3 milhões em 1970 para 13,2 milhões em 1985 (IBGE). Nesse mesmo período aproximadamente 33 milhões de hectares de mata virgem foram convertidos em solo para agricultura e pecuária.

Hoje, 65% da área desmatada na Amazônia pertence à pecuária (Inpe/Embrapa, 2015 e Inpe/Embrapa, 2016) e, apenas no Mato Grosso, maior Estado produtor de soja do país, há uma crescente na quantidade de área desmatada com destino à agricultura (Relatório Moratória da Soja 2017). Ainda, as queimadas utilizadas para a extração de madeira e limpeza o solo para que futuramente este seja destinado a agropecuária, correspondem a cerca de 37% das emissões de gases que contribuem para o aquecimento global (SEEG, 2016), essas queimadas matam microrganismos necessários para o equilíbrio daquele ambiente e ameaçam a diversidade da vida animal e vegetal. Essa região é alvo de fiscalizações e campanhas ambientalistas pelo fato de que ser um dos grandes patrimônios brasileiros e, concomitantemente, um recurso que pode servir de sustento para inúmeras famílias, além de abrigar grande diversidade de fauna e flora. Esta área pode, potencialmente, trazer grandes benefícios econômicos para o país, mas esses ganhos devem ser buscados de formas sustentáveis, evitando a super exploração do bioma.

A seguir será realizada uma análise exploratória para investigar como que ocorre este processo de desmatamento. Como os determinantes se desenvolvem e interagem entre si, qual é o principal e como estes se comportam diante de choques exógenos, econômicos ou institucionais.

Na literatura acerca do tema, existem trabalhos relevantes, como Domingues *et al.*, (2017), que tem como foco a produção de soja no Mato Grosso; Campos (2002), que discute alternativas sustentáveis para a agricultura na Amazônia Legal; Vasconcelos (2015), que trata dos determinantes gerais do desmatamento na Amazônia; Rivero *et al.*, (2009), que tem como grande

foco a pecuária nos Estados da Amazônia Legal e diversos outros. Entretanto, existe uma lacuna quando se trata de uma análise estatística rigorosa por município da Amazônia Legal atualmente. Ao fim deste estudo será possível observar como os determinantes interagem entre si, e suas relações com o desflorestamento, dando margem para a recomendação de estudos posteriores.

O objetivo deste artigo é enriquecer a discussão acerca dos *drivers* do desmatamento na Amazônia Legal por meio de uma análise, a nível de município, de uma matriz de correlação das variáveis e uma regressão linear, com dados em painel do ano de 2001 até 2018.

2. Revisão da Literatura

A área denominada como Amazônia Legal ocupa aproximadamente 5 milhões de km², ou 59% do território nacional, contemplando todo o bioma amazônico, assim como parte do cerrado, abrigando atualmente 12,32% da população brasileira (IPEA). Disposta nos Estados do Acre, Amapá, Amazonas, Mato Grosso, Pará Rondônia e Tocantins, além de parte do Maranhão, foi instituída em 1953 pela necessidade de um plano de desenvolvimento econômico para a região.

O desmatamento da região será analisado sob a definição de: "remoção completa e de longo prazo da cobertura de árvores" (Kaimowitz e Angelsen, 1999). Essa é a definição usada pelo PRODES (Programa de monitoramento da floresta amazônica brasileira por satélite), que monitora a taxa de desmatamento na Amazônia Legal e será a definição utilizada nesse artigo.

Complementar a esse conceito é o chamado Ciclo do Desmatamento, na matéria de Fabiano Manzano para o G1. "Queimadas e o desmatamento estão relacionados na Amazônia", o especialista no tema Tasso Azevedo mostra resumidamente como as principais formas de desmatamento estão relacionadas e como elas ocorrem. Primeiro as árvores são cortadas para a indústria madeireira, em seguida a terra é queimada para a limpeza e preparo da área. Da área tratada, as partes de relevo mais acidentado são destinadas à pecuária e as mais planas à agricultura.

Dito isso, ver o desmatamento como a utilização do solo é uma perspectiva unilateral, existem muitos fatores subjacentes ao desflorestamento que devem ser levados em conta. Observar esses fatores se torna, por partes, uma tarefa política, comportamental e até mesmo sociológica, é inviável levar em conta todos ao realizar uma análise econométrica do problema, mas é preciso entender todas as frentes para modelar o problema.

A literatura acerca do desmatamento converge em 5 categorias desses fatores, como listados em Geist e Lambin (2001), Kaimowitz e Angelsen (1999), entre outros:

2.1. Fatores Econômicos

O crescimento econômico, mudança e desenvolvimento que pode afetar o tamanho do mercado da região em questão, e por consequência, com quem está se comercializando, dado que o encontro; desenvolvimento e quebra de mercados diversos são amplamente afetados com crescimento econômico. Nesse fator são incluídas a variação da urbanização e industrialização e parâmetros econômicos específicos da região analisada, como vantagem comparativa devido à abundância um determinado insumo, condições que afetam o custo de produção, preço do combustível, terra etc. (Geist e Lambin, 2001).

Há evidências de que há correlação positiva entre um incremento no PIB e no IGP e um aumento no desmatamento da Amazônia (Ângelo, 2007), ainda, outros autores. argumentam que uma crise econômica pode potencializar o desmatamento, já que a área florestada pode ser vista como um recurso (Andersen, 1997; Pfaff, 1999; Vasconcelos 2015, entre outros).

O cenário macroeconômico também se mostra um fator de suma importância para a análise do desmatamento, em 2003 com o *boom das commodities* o Brasil se tornou um dos maiores exportadores mundiais de soja, atrás apenas dos EUA (Domingues *et al.*, 2017; Schlesinger, 2008). Esse fato ocasionou entre 2004 apenas no Mato Grosso, um aumento da área desmatada de 6% em relação ao ano anterior, resultando em 26.130 quilômetros quadrados de desflorestamento (Schlesinger e Noronha 2006).

Ainda, o preço internacional da soja e custos agrícolas aparentam ser determinantes para o desmatamento, influenciando como outras variáveis atuam sobre o fenômeno em questão dependendo do local e sua intensividade de produção de soja, como por exemplo os gastos governamentais com políticas públicas (Ferreira e Coelho, 2015).

Estudos da Amazônia durante o período de 2002 a 2007, mostra que há uma correlação positiva entre a abertura econômica do país com o desmatamento, dado há uma maior inclinação à exportação (Faria *et al*., 2011). O mesmo estudo analisa uma variável GDP^2 (PIB^2) em seu modelo econométrico, concluindo que níveis mais altos de renda resultam em menor desmatamento no país, uma explicação para essa evidência (de acordo com os autores) seria a de que conforme a renda de um país aumenta, a produtividade de suas atividades agropecuárias, assim como suas

receitas também aumentam, resultando em uma pressão menor sobre as florestas. Esta variável apresentou um coeficiente negativo nas regressões realizadas em Faria *et al* (2011), implicando que esse efeito supracitado é oposto em casos com níveis de renda menores, fato interessante que será incluído neste artigo com dados de um espaço temporal mais abrangente.

2.2. Fatores Institucionais

Estes dizem respeito às leis e políticas formais da região, como taxação, crédito, subsídio e proibições, assim como leis e políticas informais, como corrupção e ilegalidade, clientelismo etc. e ainda, como se dão as leis de propriedade, quão seguro um dono de terra está sobre sua propriedade, disputas sobre direitos de propriedade, privação e marginalidade (Geist e Lambin, 2001).

É notável o problema de propriedade que o Brasil tem na Amazônia. A Grilagem, que é o ato de forjar documentos que alegam a posse de terra, os conflitos de terra (informalmente chamados de pistolagem) e conflitos internos do próprio governo e do governo com resistências locais sobre privatização ou não de certas áreas são fatores que afetam fortemente o cotidiano local e a maneira como negócios são realizados (Loureiro e Pinto, 2005).

Esses são problemas institucionais atrelados à região, carregados pelo país desde 1960 quando a corrida para tornar a Amazônia parte da economia começa (Loureiro e Pinto, 2005). Pela natureza dessas questões, a falta de dados acerca de terras ilegais e o quanto isso afeta o trabalho e as práticas aqui estudadas é certa, portanto pouco será discutido sobre, assim como no restante da literatura, mas não serão deixados de lado ao final no momento de considerações finais, já que são problemas inerentes à região amazônica.

Nas últimas 2 décadas a diminuição da taxa de desflorestamento se deve, por parte, ao aumento das regulamentações do Estado e as respectivas fiscalizações (Santos *et al.*, 2017). Entretanto esse *enforcement* realizado por instituições formais não foi o bastante para a erradicação de atividade ilegal de madeireiros na Amazônia Legal, haja visto que, no estudo em questão, os autores não

viram as ações do Ibama e Ministério do Meio Ambiente como efetivas para traçar um plano para o setor madeireiro, mesmo com o número crescente de multas sendo aplicadas.

As instituições informais têm um efeito ambíguo no desmatamento. Exemplo disso foi a ocupação da Amazônia na década de 60, em que o modelo expansivo de ocupação trouxe desenvolvimento econômico para a região, mas ao mesmo tempo por fatores regulatórios do mercado, incentivou o desflorestamento (Santos *et al.*, 2017).

Declarada em 24 de julho de 2006 e posta em prática em 2008, a Moratória da Soja tem o intuito de inibir o avanço da cultura de soja sobre a floresta amazônica. Efetivamente proíbe a compra de soja advinda de mata recém desmatada na Amazônia. Segundo o Relatório de Monitoramento de 2017 (ABIOVE; Agro Satélite; GTS; INPE), via monitoramento por meio de satélite em parceria ao PRODES, em 2016/17, foi encontrado uma diminuição significativa do desmatamento a partir de 2008, por conta de ações do poder público de coibir o desmatamento ilegal, atingindo seu mínimo em 2012, e desde então apresenta uma leve tendência de crescimento.

Ademais, uma prática interessante realizada pelo governo é declarar certos municípios ou estados como críticos do ponto de vista ambiental, tendo assim, formas de "proteção" da expansão de práticas agropecuárias (dentre elas a Moratória da Soja), além de medidas de monitoramento mais estritas (Cisneros *et al.*, 2015).

Os municípios são denominados críticos ao observar o incremento de desmatamento nos últimos cinco anos, a área total desmatada nos últimos três anos e a área desmatada atual, e essa marcação se mostra de fato efetiva para frear o desflorestamento, do período de 2008 a 2012, foi reduzido, em média 4.022 km² de área desmatada (Cisneros *et al.*, 2015). Sendo que só em 2014 é reportado que 4.848 km² tenham sidos preservados por conta da marcação de municípios (INPE).

2.3. Fatores Tecnológicos

Tecnologia das práticas agropecuárias e madeireiras, se acompanham as novas descobertas, qual a intensidade do uso da terra e sua produtividade, qual a perda de madeira por técnicas

realizadas erroneamente, desperdícios no processo da madeira, performance da indústria e da mão de obra disponível em geral (Geist e Lambin, 2001).

É preciso considerar que houve melhora da tecnologia em geral nas últimas 2 décadas, fazendo com que haja um incremento da produtividade. Em 10 anos o impacto por animal vem diminuindo, a produtividade por rebanho aumentou 20%, mas houve um aumento de apenas 2% no número de animais, isso por conta dos ganhos de eficiência (CETESB, 2018).

Em contrapartida, uma melhora das tecnologias, a industrialização e a implementação de um sistema corporativista mais eficiente apoiam fortemente a produção e a comercialização da soja (Embrapa 2004), ao passo que uma melhora na produtividade pode reduzir os custos de cultura que se opõem aos grandes custos de transporte do grão (Domingues *et al.*, 2017), haja visto que no Centro-Oeste a área destinada ao plantio de soja aumentou 400% nos últimos 10 anos.

2.4. Fatores Socioculturais

São as atitudes públicas ou advindas de criação, crenças e valores. Estes podem afetar a importância que se dá à proteção de florestas e seus ecossistemas, prezar se gerações futuras terão a mesma fauna e flora para desfrutar (Geist e Lambin, 2001).

Uma análise interessante, porém, dificilmente quantificável é a propensão do governo acreditar que o ganho econômico é maior do que as perdas com o desmatamento. Segundo Paulo Barreto, do Imazon nos anos de 2000 à 2015, havia incentivos do mercado de commodities e do crédito rural que "justificariam" um aumento do desmatamento, entretanto nos anos de 2018 e 2019, esses incentivos não foram tão grandes e mesmo assim, as queimadas durante o governo do presidente Jair Bolsonaro foram quase o dobro em relação a 2018. Ainda, em Abril de 2020, durante a pandemia causada pelo COVID-19, o desmatamento da Amazônia foi o maior em 10 anos, dado também divulgado pelo Imazon em matéria do G1.

É possível que estes fatos tenham ligação com o *trade off* mencionado, porém não há dados suficientes para realizar essa conclusão em definitivo e, como mencionado antes, fatores

socioculturais são dificilmente mensurados e a literatura não costuma inclui-los em análises estatísticas.

2.5. Fatores Demográficos

Densidade populacional; expectativa de vida; crescimento populacional; migrações e a desigualdade da disposição da população na região em questão (Kaimowitz e Angelsen, 1999).

A população residente nos Estados que compõem a Amazônia Legal, segundo o censo realizado pelo IBGE, vem aumentando nas últimas 2 décadas, mais acentuadamente nos Estados do Maranhão e Pará, este último que é um dos principais produtores de soja do Brasil (Domingues *et al.*, 2017). É esperado que um aumento na população deste e de outros Estados gere um aumento na pressão sobre as florestas, seja por meio da agropecuária ou extrativismo (Vasconselos, 2015).

2.6. Interação entre os fatores e outras considerações

Acerca do tema de desmatamento, modelos econométricos buscam ligar as causas do processo de desmatamento com métricas mensuráveis e diretas, que é o que se espera de uma metodologia, porém desviam de como os atores envolvidos devem ou não agir (Kaimowitz e Angelsen, 1998). Observar como e o porquê os atores agem de tal maneira é de suma importância para uma plena interpretação dos resultados e eventuais recomendações do estudo, esta é a importância dos fatores subjacentes não necessariamente objetivos.

A literatura conclui que a pecuária de fato é a atividade econômica de maior impacto ambiental na região, isso devido à baixa densidade de cabeça de gado por espaço, aproximadamente 1 *cabeça/hectare*. Além disso essa prática é amplamente disseminada já que necessita pouca preparação do solo, poucas restrições associadas ao relevo e áreas livres de troncos e árvores. Os autores atribuem parte do aumento da atividade pecuária pela redução de custos de transporte,

progressivo aumento da produtividade do setor e o baixo preço da terra entre os anos de 1990 a 2006, período em que mais cresceu o número de cabeças de gado na Amazônia, além de incentivos do governo pela rentabilidade da prática. Importante também mencionar que nesse estudo, foi encontrado que um aumento em larga escala da agricultura também traz fortes impactos ambientais, porém menos significantes do que aqueles advindos de um aumento da pecuária. (Rivero *et al*., 2009; Vasconcelos, 2015)

Adicionalmente, os ganhos de produtividade da pecuária brasileira, no período de 1975 a 2006, fizeram com que 147,5 milhões de hectares não fossem incorporados para a produção de carne na Amazônia Legal, economizando os biomas do Cerrado e Amazônia (Valentim e Andrade, 2009).

Os artigos supracitados prezam pela intensificação da prática da agropecuária como um meio de mitigação do desflorestamento, entretanto, é preciso levar em conta outros fatores implicados pela intensificação. É algo que só é fundamentado se a intensificação da produção ocorrer em áreas que não são fronteira florestal, pois isso pode incentivar os agricultores a burlar a fronteira, gerando mais desmatamento. O contrário ocorre quando se fornece novas tecnologias e técnicas de trabalho em áreas que não são fronteiras florestais, o que acaba reduzindo a pressão sobre esta (Kaimowitz e Angelsen, 1999; Faria *et al*., 2011).

Paralelamente, na área de São José do Xingu, no Mato Grosso, há uma expansão na produção de soja, mas não de desmatamento (Domingues *et al.*, 2017). Com dados de 2009 foi observado que, na área em questão, o espaço da cultura de soja está ocupando antigas áreas de pastagem, de todas as plantações de soja existentes no Brasil, apenas 20% foi convertida diretamente de vegetação nativa, 80% foram criadas a partir de áreas de pasto já existentes, sendo elas em sua maioria culturas de soja (MONGBAY 2019). Isso ocorre devido à um avanço da pecuária para o norte, área florestada da Amazônia.

No que tange as instituições e linha de crédito, estudos não convergem 100% sobre como a dívida externa do país afeta os propulsores do desmatamento, uns trazem fortes evidências de que um país que possui maior dívida externa pode de fato aumentar o desmatamento no país. Segundo os autores esse efeito varia conforme as leis de cada país, como o governo atua perante uma dívida, ou em relação a como administra a linha de crédito rural (Kaimowitz e Angelsen, 1999; Andersen

e Reis, 1997). Por outro lado, também é encontrada a correlação positiva entre a linha de crédito rural e o desmatamento na Amazônia brasileira (Vasconcelos, 2015).

Algo que envolve tantas variáveis como o fenômeno do desmatamento não pode ser entendido como uma relação de causalidade simples, os próprios 5 fatores citados previamente são altamente endógenos e complexos de serem analisados. Dessa forma, é de suma importância o cuidado na escolha de variáveis e o controle pelo foco de cada estudo, já que não é possível englobar todas as questões em uma só análise (Geist e Lambin, 2001).

A falta de *enforcement* e instituições sólidas e presentes fazem com que variáveis como os gastos do governo com políticas públicas, voltadas para a produção agrícola, nem sempre se mostrem relevantes o suficiente para análise do desmatamento. O impacto de tais variáveis institucionais são ditadas pelo preço das produções, sendo assim mais efetivo focar em políticas públicas em regiões mais intensivas em produção agrícola em momentos que o preço se mostra mais elevado e os custos agrícolas em queda (Ferreira e Coelho, 2015).

3. Material e Descrição

Nesse estudo será seguido na linha de análise de Rivero *et al* (2009), A metodologia utilizada dessa e nos demais artigos da literatura pesquisada não difere de uma regressão linear em painel balanceado ou não, aliada à uma matriz de correlação das variáveis.

Será feito um estudo com dados em painel, do ano de 2001 até 2018, a nível de município na Amazônia Legal, serão 753 municípios analisados. Será utilizada como variável resposta o incremento do desmatamento, medido em km² e as seguintes variáveis explicativas, com suas respectivas unidades de medidas e alguns dos trabalhos cuja escolha destas foi baseada:

VARIÁVEL EXPLICATIVA	UNIDADE DE MEDIDA	TRABALHOS
Cabeças de Gado	Unidades	Rivero *et al* 2009; Valentim *et al* 2009
População	Unidades	Vasconcelos 2015; Rivero *et al* 2009
PIB	1000 R$	Faria *et al* 2011; Andersen *et al* 1997
PIB²	(1000 R$)²	Faria et al 2011
Extração de madeira	m³	Angelo 2007; Pfaff 1999
Produção de Soja	ton	Schlesinger 2008; Domingues *et al 2017*
Rendimento da Soja	kg/ha	Schlesinger 2008; Domingues *et al 2018*
Produção de Cana de Açúcar	ton	Faria *et al* 2011; Geist *et al 2001*
Rendimento de Cana	kg/ha	Faria *et al* 2011; Geist *et al 2002*
Produção de Milho	ton	Faria *et al* 2011; Geist *et al 2003*
Rendimento de Milho	kg/ha	Faria *et al* 2011; Geist *et al 2004*

Tabela 1

Adicionalmente, serão utilizadas três variáveis de controle, que serão as *dummies* de ano a seguir:

VARIÁVEL DE CONTROLE	ANO	TRABALHOS
Boom das Commodities	2003	Schlesinger 2008
Moratória da Soja	2008	Domingues et al., *2017*
Crise no Mercado Imobiliário	2009	Vasconcelos 2015

Tabela 2

A base consiste em 753 municípios analisados no período de 2001 a 2018, totalizando 13.353 observações.

Os dados de População, PIB, número de Cabeças de Gado foram adquiridos no IBGE. O desmatamento (variável resposta), foi por meio do INPE, enquanto a produção de soja, cana de açúcar, milho e seus respectivos rendimentos, assim como a extração de madeira foram fornecidos pela plataforma SIDRA do IBGE.

3.1. Descrição da Amostra

Observando a progressão do desmatamento acumulado ao longo do período estudado, na *Figura 1*, a maior concentração nos Estados do Pará (PA) e Mato Grosso (MT). Estes estão entre os 3 maiores estados da Amazônia Legal, com 1.248.000 km² e 903.357 km² respectivamente (IBGE), mas também é importante notar que, no caso de Mato Grosso, é o Estado que mais intensivo em produção de soja, por uma grande diferença dos demais, como é possível observar na *Figura 3.* Corroborando com o que é apresentado no trabalho de Domingues *et al* (2009) e na publicação do Embrapa (2004). Nota-se que na *Figura 3* os Estados Acre, Amapá e Amazonas foram retirados da análise por não terem produção relevante para essa análise.

Ainda, é preciso analisar como as variáveis agrícolas em questão se comparam uma com a outra, qual a diferença na produção de cada uma e seus respectivos rendimentos (3.1.1). Na *Figura*

2, a produção média de soja (toneladas) supera as de milho e cana de açúcar em quase todos os anos da análise, mostrando também que o milho tem produção inferior que soja e cana.

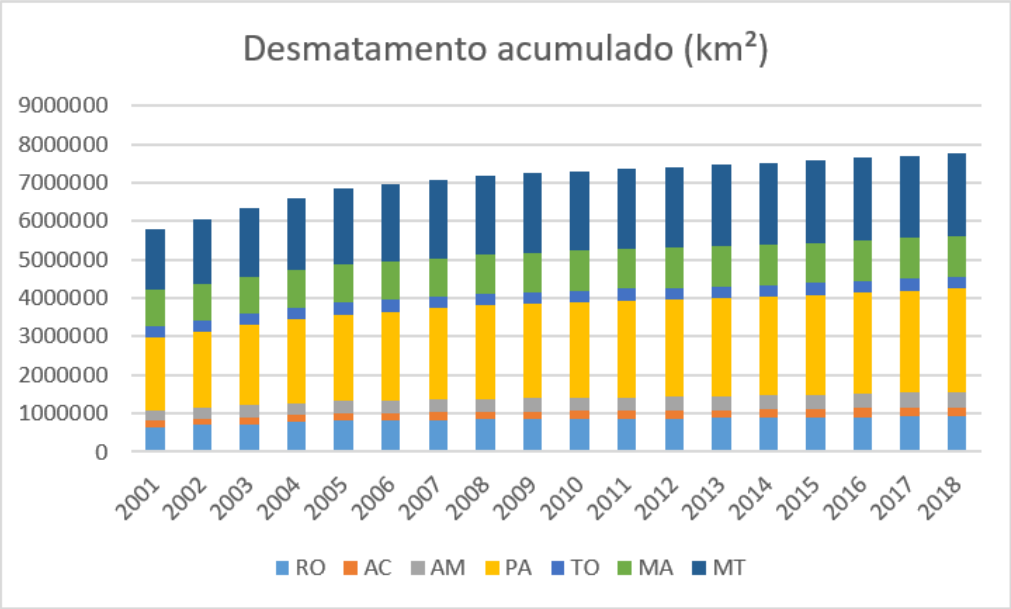

Figura 1, elaboração própria. Fonte: PRODES

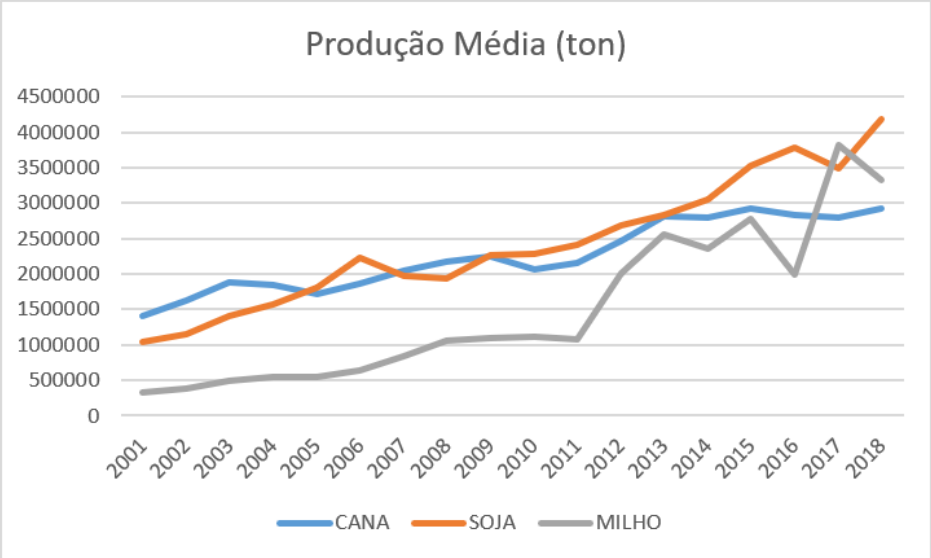

Figura 2, elaboração própria. Fonte: SIDRA IBGE

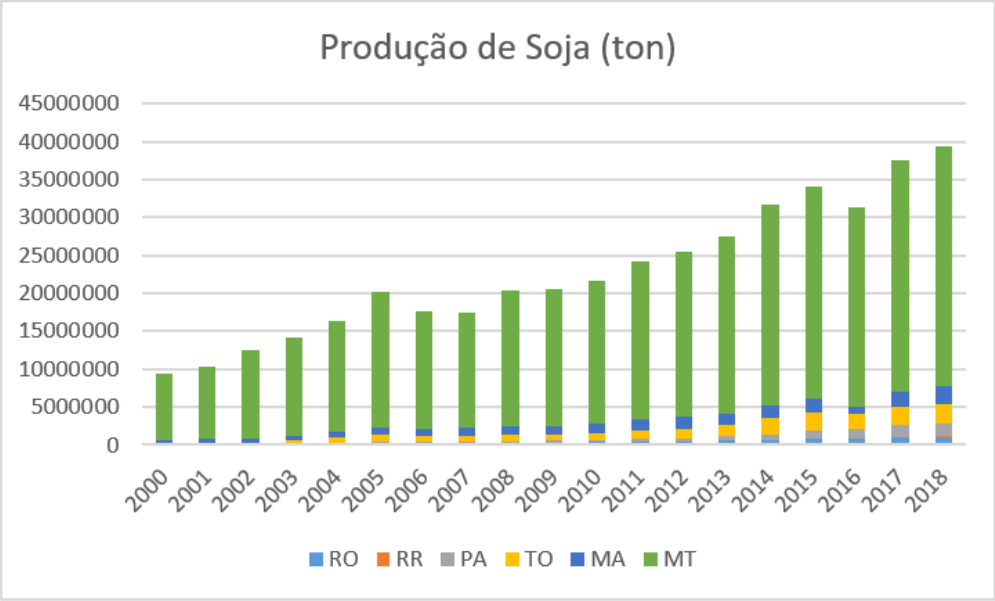

Figura 3, elaboração própria. Fonte: SIDRA, IBGE

Numa visão voltada para a pecuária, podemos observar uma área de pastagem muito maior nesses dois Estados com o índice de desmatamento mais significante ao longo dos anos (PA e MT), visto na *Figura 4.* Em que o Estado do Pará (linha verde) se mostra em uma crescente mais acentuada que os demais estados.

Este aumento agregado da área destinada ao pasto, não se deu sozinho, houve um aumento ainda maior no número de cabeças de gado, indicado pelo aumento do índice de cabeças de gado por hectare na *Figura 5.* Como foi supracitado na revisão da literatura e visível na figura, historicamente esse índice é de 1 *cabeça/hectare*, Rivero *et al* (2009), porém com um visível aumento para aproximadamente 1,22 *cabeça/hectare* ao final de 2017. Mesmo parecendo um pequeno incremento, dada a grande quantidade de cabeças de gado na região estudada, este aumento na densidade do gado se prova relevante para a diminuição do desmatamento.

Mesmo com o incremento no índice supracitado e em melhorias de produtividade no setor pecuário que a literatura indica, ainda assim, a área destinada à pasto supera vastamente àquela destinada à agricultura, não só as três culturas que estão sob análise neste artigo, mas de todas as culturas permanentes e temporárias, *Figura 6.*

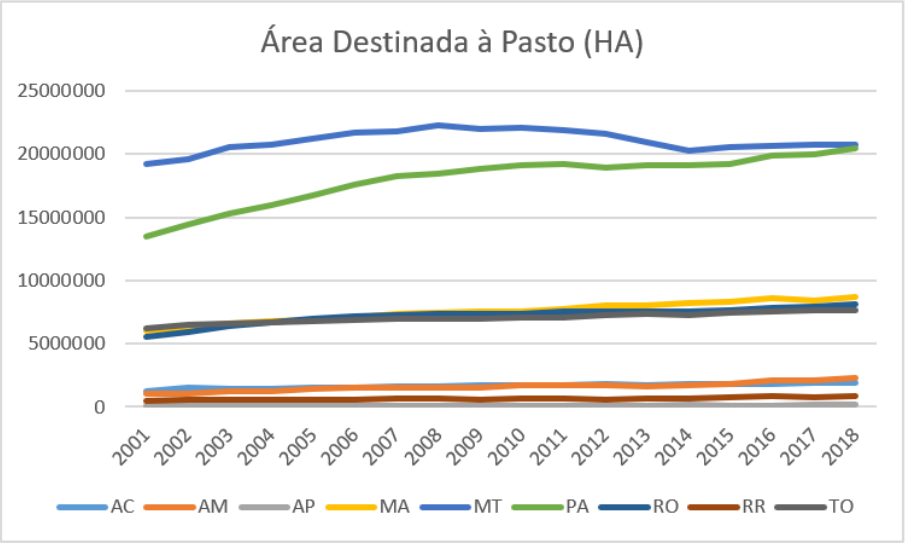

Figura 4, elaboração própria. Fonte: Mapbiomas

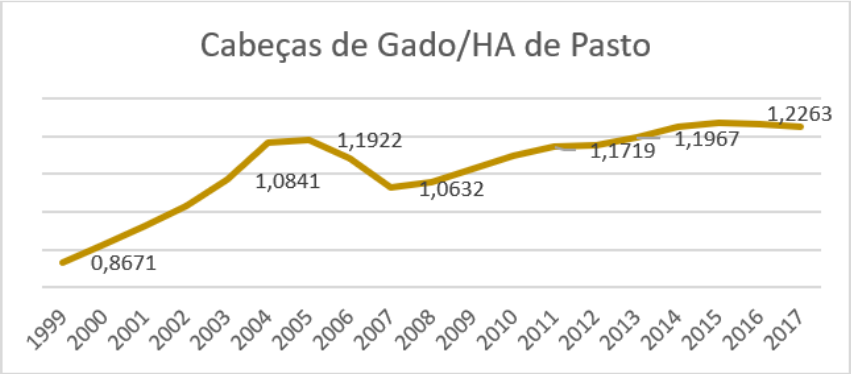

Figura 5, elaboração própria. Fonte: Mapbiomas

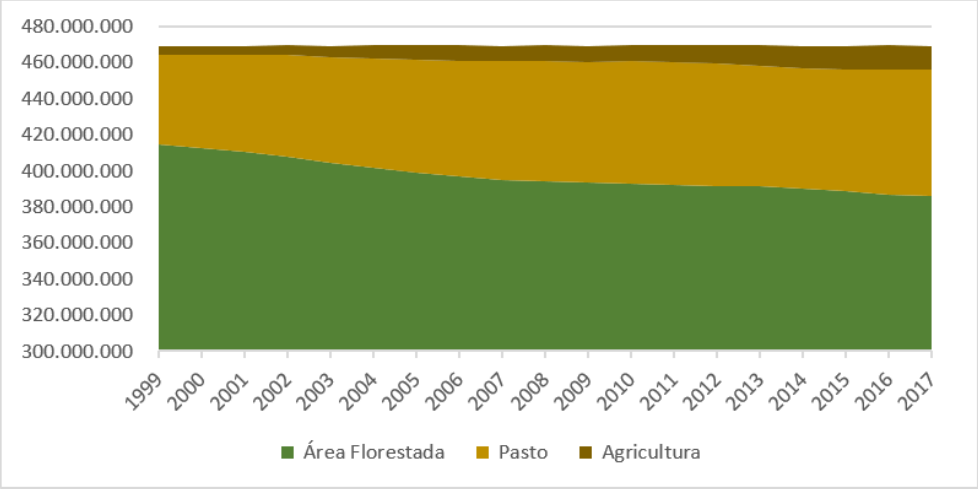

Figura 6, elaboração própria, Área em hectares. Fonte: MapBiomas

3.1.1. Análise de Rendimento

É preciso observar o avanço da soja e sua relevância no desmatamento, assim como a importância do aumento de produtividade que o setor da agricultura teve ao longo dos anos (Schlesinger, 2008). As *Figuras Figura* 7 *e Figura* 8 apresentam a evolução do rendimento dos três produtos agrícolas e suas respectivas linhas de tendência, em que todas possuem uma inclinação positiva, assim como o esperado segundo a bibliografia. Após a realização da regressão dos dados em painel, foi possível analisar e confirmar a questão que a literatura levanta sobre o aumento do rendimento, especialmente da produção de soja, e o aumento do desmatamento. Incrementos na produtividade combatem os altos custos de transporte pelas rodovias brasileiras, assim incentivando a produção agrícola.

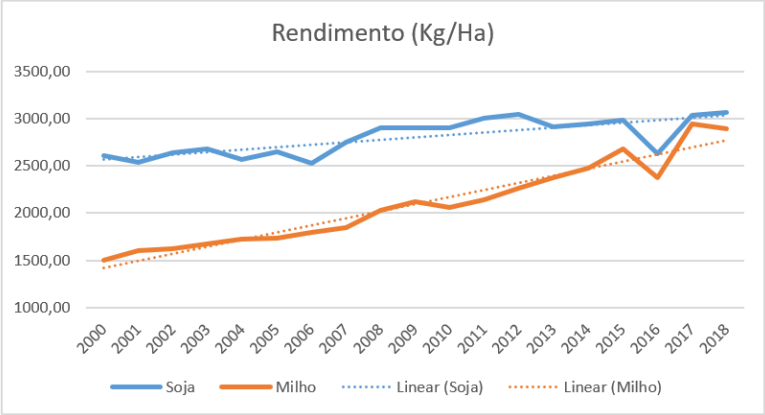

Figura 7, elaboração própria. Fonte: SIDRA IBGE

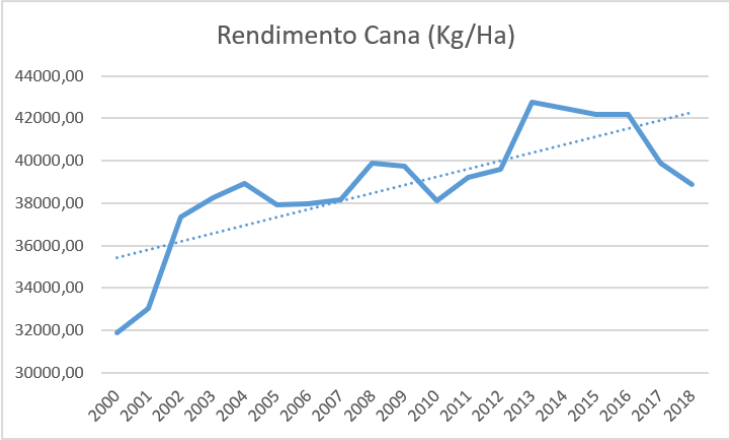

Figura 8, elaboração própria. Fonte: SIDRA IBGE

Olhando para a outra última forma de extração vegetal contemplada neste estudo, ainda no âmbito de rendimento, é possível observar grande variação na extração média de madeira ao longo do período em questão, mas a partir da linha de tendência é possível inferir que a extração está em declínio *(Figura 9*). Em contrapartida, na *Figura 10*, o Valor da produção (em 1000 R$) por m³ extraído vem em uma crescente indisputável.

É possível levantar algumas hipóteses de o porquê dessa movimentação do setor madeireiro, como o aumento do *enforcement* das leis contra a extração ilegal, Vasconcelos (2015), ou apenas uma mudança no mercado em que a quantidade ofertada diminui para levantar os preços de venda. Entretanto, tirar conslusões sem um estudo focado é algo precipitado.

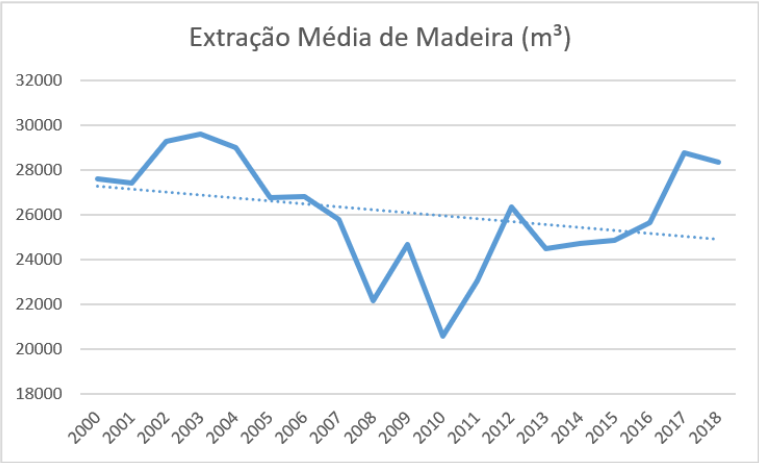

Figura 9, elaboração própria. Fonte: SIDRA IBGE

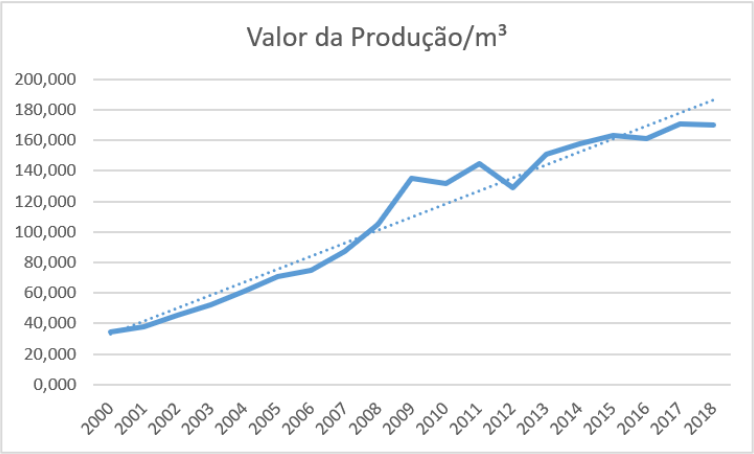

Figura 10, elaboração própria. Fonte: SIDRA IBGE

4. Metodologia

Após a revisão da Literatura, será seguido a linha de Rivero *et al* (2009) e Vasconcelos (2015), com uma regressão linear com dados em painel, aliado à uma matriz de correlação entre os determinantes Vasconcelos (2015). Para toda metodologia foi utilizado o *software* Stata 15.0

Na matriz de correlação, os resultados são utilizados para medir o grau de associação entre as variáveis desejadas, cada valor *x* da matriz pode ser entre -1 e +1, quanto mais perto o valor de *x* for de 0, menos associação linear as variáveis possuem, o mais perto 1, positivo ou negativo, maior a relação linear entre as variáveis. Quando $x < 0$, temos que as variáveis são inversamente proporcionais, e se $x > 0$, diretamente proporcionais (Vasconcelos, 2015).

Uma análise por painel a nível de município se mostra vantajosa para facilitar a inferência causal sobre a variável dependente diante das explicativas, quando comparado com uma análise com poucos cortes transversais; como por exemplo por Estado, em que as abordagens possuem 753 *cross-sections* contra 9, respectivamente (Wooldridge, 2002). Haja visto na *Tabela 1* que serão utilizadas 11 variáveis, é preciso de uma amostra com grande número de observações, para que a perda dos graus de liberdade não interfira na robustez da análise.

4.1. Matriz de Correlação

	Desmatamento	PIB	Gado	Madeira	Soja - Prod	Soja - Rend	Milho - Prod	Milho - Rend	Cana- Prod	Cana- Rend	População
Desmatamento	1										
PIB	0,3988**	1									
Gado	0,5201**	0,4618**	1								
Madeira	0,3652**	0,4939**	0,4203**	1							
Soja - Prod	0,4995**	0,4222**	0,4172**	0,3913**	1						
Soja - Rend	0,3691**	0,4767**	0,5117**	0,4483**	0,3893**	1					
Milho - Prod	0,4012**	0,5029**	0,4596**	0,4335**	0,4895**	0,4174**	1				
Milho - Rend	0,3879**	0,5907**	0,5359**	0,4678**	0,4264**	0,5284**	0,4413**	1			
Cana - Prod	0,4125**	0,4984**	0,4776**	0,5093**	0,5329**	0,4244**	0,4866**	0,5315**	1		
Cana - Rend	0,3774**	0,4736**	0,4131**	0,4406**	0,4406**	0,3381**	0,4760**	0,5535**	0,5136**	1	
População	0,4927**	0,5507**	0,4887**	0,4457**	0,5489**	0,5132**	0,4533**	0,6698**	0,5828**	0,5534**	1

*Tabela 3, elaboração própria. ***p<0,001; ** p<0,05; ND p>0,1*

A princípio focando na primeira coluna em evidência da *Tabela 3*, é visto, como o esperado que a variável "Gado", representante do número de cabeças de gado, tem a maior correlação com o desmatamento de 0,5201, em segundo lugar das variáveis com maior correlação com a variável dependente é a soja, com correlação igual a 0,4995.

É interessante observar a relação relativamente alta entre a produção das culturas vegetais analisadas, em que quase todas se encontram acima de 0,45. Essa dinâmica pode ter como fundamento o preço mundial das commodities, que influencia a produção agrícola no país, já que o Brasil tem grande foco na exportação (Schlesinger, 2008).

Mais uma relação que será confirmada posteriormente na regressão, mas que corrobora com algumas hipóteses levantadas pelo estudo Embrapa (2004) já mencionado, de que o aumento do rendimento e produtividade de algumas culturas vegetais de fato incentivam sua produção, aumentando assim o desmatamento. O valor da correlação do rendimento do Milho, Cana de açúcar e Soja são todos positivos, entretanto vemos a Soja com maior valor absoluto entre eles, justificado pela alta quantidade produzida em toda área da Amazônia legal, em constante aumento, como visto na *Figura 3.*

Relativo aos demais coeficientes da matriz, o valor da relação entre o desmatamento e a extração de madeira de 0,4 se mostra menor em relação aos demais. As *Figura 9* e Figura 10 mostram uma queda na produção de madeira ao longo dos anos, o que pode ser o motivo da menor relevância desta relativa às outras variáveis em questão, porém para tomar conclusões certas seria necessário um estudo mais a fundo sobre o mercado madeireiro.

Ainda, a variável PIB possui uma correlação relevante com o desmatamento, mas principalmente altos índices com as demais culturas vegetais, dado que um incremento no PIB do país incentiva o mercado e a produção, o que gera incremento no PIB, formando um ciclo virtuoso.

	2014	2015	2016	2017	2018
Gado	0,4253**	0,5112**	0,4876**	0,4587**	0,5216**
Soja - Produção	0,3767**	0,4216**	0,3998**	0,4139**	0,3657**

*Tabela 4, elaboração própria. ***p<0,001; ** p<0,05; ND p>0,1*

Na *Tabela 4* foi realizado uma análise da Correlação do número de cabeças de gado e da produção em toneladas de soja, as duas principais variáveis a partir dos resultados da *Tabela 3*, durante os últimos 5 anos do período em questão. É visível que, apesar de uma variação ao longo do tempo, ambas tem valores significativos na relação linear do desmatamento, foco ainda para o número de cabeças de gado, principal determinante, cujo número para o ano de 2018 aumentou significantemente em comparação com 2017.

4.2. Modelo Econométrico e Validação

Feita toda a revisão literária, junto à análise descritiva da base de dados e a correlação das variáveis, temos o seguinte modelo econométrico:

$$\boldsymbol{desmatamento_{it} = \lambda + \beta Z_{it} + \delta W_{it} + \alpha_i + \varepsilon_{it}}$$

Sendo:

- **Z**: Vetor das variáveis explicativas (*Tabela 1*);
- **W**: Vetor das variáveis de controle (*Tabela 2*);
- **λ**: Constante;
- $\boldsymbol{\alpha_i}$: Termo de erro fixo ao longo do tempo, por país;
- $\boldsymbol{\varepsilon_{it}}$**:** Termo de erro idiossincrático, ou variável, por país e por ano

Após realizar a regressão preliminar e testar a autocorrelação dos resíduos, por meio do teste de Pesaran e a heterocedasticidade dos erros idiossincráticos, via Teste de Wald, os P-valores de ambos os testes rejeitaram suas respectivas hipóteses nulas, o que inviabiliza a interpretação de qualquer resultado (Wooldridge, 2002).

A fim de contornar essas questões levantadas pelos testes de pós-estimação, foi utilizada a abordagem da matriz de covariância não-paramétrica criada por Discoll-Kraay (1998), também estudada e validada em Hoechle (2007).

O modelo com erro padrão de Discoll-Kraay leva em consideração na estimação a heterocedasticidade e a autocorrelação dos erros, trazendo robustez na forma espacial e temporal. Pelo fato de ser uma estimação não-paramétrica, o tamanho do *cross-section* ser maior do que o número de períodos do painel não é um impeditivo para a regressão.

Após a estimação a partir de Mínimos Quadrados Ordinários (MQO) com a matriz de Discoll-Kraay, é preciso testar se o uso do efeito fixo ou aleatório é o mais indicado neste caso. O efeito fixo é utilizado quando o interesse é apenas avaliar o impacto de variáveis que variam ao longo do tempo, em contrapartida o efeito aleatório tem como lógica que a variação entre os indivíduos é aleatória e não tem correlação com as variáveis independentes, a literatura indica que para este estudo, o uso de efeito fixo é o mais adequado, mas é preciso testar tal hipótese.

Para isso, foi realizado o teste de Hausman "Robusto" a partir das inferências de Wooldridge (2002) e Hoechle (2007), teste esse que – diferentemente do Hausman "padrão" - assume que α_i e ε_{it} não são i.i.d, que é o caso em questão.

Com P-valor < 0,0001, a Hipótese Nula de que não há evidências que apoiem a utilização de efeito fixo foi rejeitada, descartando o uso de efeito aleatório no modelo, estando assim de acordo com a literatura acerca do tema, como visto em Geist e Lambin (2001), Rivero *et al* (2009) e outros.

5. Resultados do Modelo

Com o modelo validado e fazendo uso do efeito fixo, temos os seguintes resultados:

Variável	Coeficiente	Erro Padrão de Discoll-Kraay	P-valor
PIB	0,582***	0,0283	<0,001
PIB²	6,56E-10**	3,36E-13	0,003
Gado	0,0097***	0,0012	<0,001
Soja - Produção	0,0041***	1,20E-06	<0,001
Soja - Rendimento	0,0006**	9,80E-08	0,004
População	0,0004**	1,80E-05	0,004
Milho - Produção	0,0001	1,78E-07	0,11
Milho - Rendimento	-8,21E-05**	1,12E-07	0,031
Cana - Produção	-0,0099	0,01191	0,567
Cana - Rendimento	0,0396	0,014	0,615
Madeira	0,0012	0,0094	0,974

*Tabela 5, ***p<0,001; ** p<0,05; ND p>0,1*

Dummie de Ano	Coeficiente	Erro Padrão de Discoll-Kraay	P-Valor
Boom das Commodities (2003)	4,85E-16	4,65E-16	0,291
Moratória da Soja (2008)	8,30E-09	7,80E-09	0,291
Crise no Mercado Imobiliário (2009)	7,50E-18	7,20E-18	0,291

*Tabela 6, ***p<0,001; ** p<0,05; ND p>0,1*

5.1. Discussão das Variáveis Não Relevantes

As variáveis Produção da Cana de Açúcar e Milho, Rendimento da Cana de açúcar, Extração de Madeira e as 3 *dummies* de ano não se mostram relevantes a 5% de significância, haja visto os P-valores nas *TabelasTabela* 5 *e Tabela* 6.

Um possível motivo da produção de Cana e seu rendimento não terem se mostrados significantes pode estar relacionado com a *Figura 8*, pois comparando a escala deste gráfico (eixo y) com a escala da *Figura 7*, o rendimento da produção de Cana de açúcar é maior.

	Rendimento Médio	Múltiplo da Cana
Soja	2804,85	13,9
Milho	2097,55	18,5
Cana	38858,67	1

Tabela 7, elaboração própria. Kg/Ha

Na verdade, 18,5 vezes maior do que o rendimento do milho e 13,9 vezes maior do que o da soja (*Tabela 7*), comparado o rendimento médio de todo o período estudado, com base nos dados utilizados na regressão. Desta forma, mesmo tendo uma quantidade produzida alta, a produção de cana se mostra intensiva o suficiente para não ter tanto impacto, na média, no desmatamento, segundo a análise realizada.

Vai contra a intuição e a literatura a produção de milho ser irrelevante para a análise, mas como seu rendimento não, é possível levantar uma hipótese a respeito. Observando a *Figura 2*, a produção de milho se mostra menor que suas duas contrapartidas em quase todos os anos, com números, aparentemente, não relevantes para a análise, mas na *Tabela 7*, seu rendimento é o mais baixo dentre as culturas agrícolas em análise, portanto não necessariamente seu nível de produção se mostre significante para a regressão, mas sim a baixa produtividade deste bem, cujo coeficiente negativo do rendimento indica que um aumento deste apresentaria uma esperada diminuição (mesmo que pequena, dado a magnitude do coeficiente) do desmatamento. Dito isso, se a unidade de medida utilizada fosse hectares e não toneladas, é possível que a área destinada à produção de milho fosse relevante, capturando o efeito da baixa produtividade.

Como já discutido na matriz de correlação (4.1) e observável na *Figura 9*, a produção de madeira vem em declínio, mesmo não concordando com a literatura, não é de grande espanto esta variável não ser relevante para o modelo, dado as conclusões realizadas até o momento.

No que tange as *dummies* dos anos de 2003 (Boom das Commodities), 2008 (Moratória da Soja) e 2009 (Crise no mercado imobiliário), vai contra a literatura e ao esperado terem seus

valores tão pequenos e serem irrelevantes. É possível que essas variáveis não tenham sido capazes de capturar o efeito desejado de cada choque exógeno sozinhas.

Nesses choques exógenos em questão, os efeitos esperados ocorreriam nas cadeias produtivas e tem seus efeitos observados ao longo do tempo e não necessariamente no ano em questão. Os anos de 2004, 2005, 2010 e 2011 foram incluídos no lugar dos anteriores para tentar capturar o efeito dos choques exógenos:

Dummie de Ano	Coeficiente	Erro Padrão de Discoll-Kraay	P-Valor
2004	-5,20E-13	4,73E-13	0,3678
2005	-5,20E-13	4,73E-13	0,3678
2010	-5,20E-13	4,73E-13	0,3678
2011	-5,20E-13	4,73E-13	0,3678

*Tabela 8. ***p<0,001; ** p<0,05; ND p>0,1*

Entretanto, de acordo com a *Tabela 8*8, as *dummies* de ano não se mostraram relevantes. Mais uma vez, é válido reiterar que as variáveis escolhidas para a pesquisa contribuem para a insignificância destas, seria necessário mais parâmetros que capturassem os efeitos destes choques, coisa que variáveis binárias de ano não são capazes de capturar

5.2. Discussão das Variáveis Relevantes

A variável gado, dentre as práticas agropecuárias analisadas é a que possui o maior valor, assim como o esperado e apontado em Vasconcelos (2015) e Rivero (2009), a prática que consome de fato a grande parte da área desmatada (*Figura 6*). Fazendo com que o incremento de uma cabeça de gado tenha um aumento marginal relevante na área desmatada.

Observando a Figura 5, elaboração própria. Fonte: Mapbiomas*Figura 5*, há um aumento da relação entre cabeças de gado e hectares, mesmo que não muito grande, hoje esta relação se encontra perto de 1,22 cabeças por hectares, mas com uma média de 1 cabeça/ha. Sendo assim não é surpresa que

o coeficiente da variável “gado” seja entre 0,0109 e 0,0085 km², levando em consideração o erro padrão. Isso significa que com o aumento de uma cabeça de gado há o incremento de, na média, 0,0097 km² (0,97 ha) de área desmatada. O fato da variável ter um resultado relevante à 0,001% de significância e com valor, em módulo, superior a qualquer outro da *Tabela 5*, mostra o importante ela se mostra para o estudo do fenômeno do desmatamento e sugestão de políticas públicas.

Analisando as variáveis PIB e PIB², observamos um coeficiente positivo e negativo, respectivamente. O coeficiente negativo indica que para municípios com menor indicador, por exemplo, um incremento no Produto pode implicar, na média, em um aumento do desmatamento, devido à exploração de áreas florestadas ainda virgens, porém com um avanço econômico do município, um aumento no PIB leva a uma redução no desflorestamento, muito por conta de ganhos de produtividade e renda das atividades agropecuárias (Faria *et al*, 2011).

O coeficiente positivo da variável PIB corrobora com a literatura, uma vez que um país exportador de commodities como o Brasil faz uso de seus recursos naturais para melhorar a balança comercial (Schlesinger, 2008). Haja visto as correlações relevantes na *Tabela 3* de 0,422 entre PIB e a produção de Soja e de 0,4618 entre PIB e a pecuária, essa ideia é corroborada pela pesquisa, mostrando que antes de um certo nível de produto, o aumento deste pode significar o uso das florestas para a produção agrícola ou pecuária, assim incentivando o desmatamento.

A Produção de Soja e seu rendimento, tem os coeficientes positivos, confirmando a relação positiva levantada nas correlações da *Tabela 3*. Assim como esperado tiveram um valor absoluto menor do que a da variável Gado. Interessante notar como, de fato, o rendimento da Soja foi positivo, corroborando com o que foi levantado em Schlesinger (2008) e em Embrapa (2004), que um incremento na produtividade não necessariamente significa num uso reduzido de terra, mas sim em um incentivo à produção devido à diminuição de custos.

Por fim, temos o coeficiente positivo na variável de população, mostrando que de fato uma maior população leva a um incremento no desmatamento. Possivelmente justificado por uma expansão das áreas de moradia ou incentivo aos mercados agropecuários, por terem mais oferta de mão de obra, a expandirem sua produção para mais áreas, desta forma de acordo com o que é apontado em diversos estudos, como Geist e Lambin (2001), Pfaff (1999) e tantos outros.

6. Conclusão e Considerações Finais

Após todas as inferências estatísticas da análise exploratória realizada, é possível concluir que, como esperado, o principal determinante do desmatamento na Amazônia Legal é, na média, a criação de gado. Muito devido à sua baixa intensidade que vem melhorando, é verdade, mas ainda consome muito da área desmatada quando comparada com o segundo maior *driver* de desmatamento que é a produção de soja.

A pecuária precisa de um investimento menos intenso de capital, necessita de pouco preparo do solo e tem poucas restrições sobre o relevo para que ocorra (Rivero 2009). São esses fatores que tornam a pecuária uma das práticas mais difundidas na Amazônia e mais associada ao desmatamento

Como já foi dito, tanto a criação de Gado quanto as práticas agrícolas aqui estudadas apresentam relevantes incrementos na sua produtividade. No que tange a criação de Gado, um aumento da intensividade da prática pode ter efeitos ambíguos ao meio ambiente: para o desmatamento um aumento na produtividade pode diminuir o uso de terras e portanto o desmatamento, mas um aumento do número de cabeças de gado aumenta a quantidade de gases liberados, contribuindo para o efeito estufa (SEEG, 2016).

Políticas públicas que visam desacelerar e combater o processo de desmatamento da Amazônia Legal devem levar em conta que a pecuária é o grande *driver* há anos, uma prática com baixa densidade dos rebanhos e poucas barreiras de entrada. Políticas essas devem ser alinhadas ao momento macroeconômico, tendo atenção aos preços internacionais das commodities (Ferreira e Coelho, 2015).

7. Limitações e Recomendações

Algo inerente à estudos relacionados à Amazônia Legal é a falta de dados sobre o respeito à propriedade privada e às delimitações de áreas de conservação. Assim como fatores socioculturais que são dificilmente mensurados, mas que impactam na progressão do desmatamento.

Ao longo deste estudo, foi comentado à irrelevância e a baixa correlação da extração de madeira para/com o desmatamento. Não seria possível trazer qualquer conclusão apenas com as variáveis aqui utilizadas, os movimentos apresentados na Análise Descritiva podem não representar tudo o que se passa nesse mercado.

A fim de capturar o efeito de choques macroeconômicos é preciso o uso de *Proxys* que apoiam seus efeitos, além de *dummies* de ano na regressão, como dados mais relacionados ao preço das produções para capturar o efeito do boom das commodities; dados institucionais sobre a moratória da soja e financeiros num âmbito macroeconômico para observar efeitos de crises financeiras. Dados acerca do mercado de crédito na Amazônia são escassos devido à questão do problema institucional da região, dificultando uma análise sob o aspecto financeiro.

Dados acerca do mercado de crédito na Amazônia são escassos devido à questão do problema institucional da região, dificultando uma análise sob o aspecto financeiro.

O trabalho apresenta a limitação da falta de disponibilidade de dados em determinados municípios para um ou diversos anos de certas variáveis, o que faz com que algumas unidades de análise tenham sido excluídas, e, apesar do método robusto empregado no estudo, esse fator gera alguma inconsistência nos resultados.

O método de estimação leva em consideração algumas simplificações e premissas nos resultados estimados, e para uma análise ainda mais rigorosa e robusta seriam necessárias mais variáveis que contemplassem todos os fatores mencionados na Revisão da Literatura (*2*).

Referências

Andersen, E. L. & Reis, E. J. Deforestation, Development, and Government Policy in the Brazil Amazon: An Econometric Analysis. IPEA, 1997.

Ângelo, H., & De Sá, S. P. P. O desflorestamento na amazônia Brasileira. Ciencia Florestal, 2007.

Angelsen, A., & Kaimowitz, D. Rethinking the causes of deforestation: Lessons from economic models. World Bank Research Observer, 1999.

Bandalise, Victor Hugo. "O que as queimadas na Amazônia têm a ver com a economia e por que as eras Dilma e Bolsonaro fogem à regra" BBC News 14 de set. de 2019. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/brasil-49683787> Acesso em: 29 de maio de 2020.

CETESB. "Solução Problemática: todas as faces da pecuária" 24 de out. de 2018. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/proclima/2018/10/24/solucao-problematica-todas-as-faces-da-pecuaria/> Acesso em 22 de maio de 2020

Cisneros, E., Zhou, S. L., & Börner, J. Naming and shaming for conservation: Evidence from the Brazilian Amazon. PLoS ONE 2015.

Domingues, M. S. D., Bermann, C., & Manfredinni, Sidneide, S. A produção de soja no brasil e sua relação com o desmatamento na Amazônia. Revista Presença Geográfica, 2017.

Desmatamento da Amazônia em abril foi o maior em 10 anos, diz Instituto" G1 18 de maio de 2020. Disponível em: <https://g1.globo.com/natureza/noticia/2020/05/18/desmatamento-da-amazonia-em-abril-foi-o-maior-em-10-anos-diz-instituto.ghtml> Acesso em: 29 de maio de 2020

Driscoll, J. & A.C. Kraay. Consistent covariance matrix estimation with spatially dependent data. Review of Economics and Statistics, 1998.

Faria, W. R. & Ameida, A. N. – Opennes To Trade and Deforestation at The Brazilian Amazon: A Spacial Econometric Analysis, Barcelona, aug/set 2011.

Ferreira, M. D. P., & Coelho, A. B. Desmatamento recente nos estados da amazônia legal: Uma análise da contribuição dos preços agrícolas e das políticas governamentais. *Revista de Economia e Sociologia Rural, 2015.*

Geist, H. J., & Lambin, E. F. What Drives Tropical Deforestation. Global Environmental Change, 2001.

Hoechle, D. Robust standard errors for panel regressions with cross-sectional dependence. Stata Journal, 2007.

Loureiro, V. R., & Pinto, J. N. A. A questão fundiária na Amazônia. Estudos Avançados, 2005.

Manzano, Fabiano. "Queimadas e o desmatamento estão relacionados na Amazônia". G1, 23 de agosto de 2019. Disponível em: <https://g1.globo.com/natureza/noticia/2019/08/23/queimadas-e-desmatamento-estao-relacionados-na-amazonia-entenda.ghtml>. Acesso em 20 de maio de 2020

Pesaran, M. H. General diagnostic tests for cross section dependence in panels. University of Cambridge, Faculty of Economics, Cambridge Working Papers In Economics No.0435, 2004.

Pfaff, A. S. P. What Drives Deforestation in the Brazilian Amazon? Journal of Environmental Economics and Management, 1999.

PRAGER, Alicia. "As principais causas do desmatamento no Brasil: gado, plantações e especulação de terra" Mongabay 17 de abril de 2019. Disponível em: <https://brasil.mongabay.com/2019/04/as-principais-causas-do-desmatamento-no-brasil-gado-plantacoes-e-especulacao-de-terra/> Acesso em 22 de maio de 2020

Relatório de Monitoramento da Moratória da Soja, safra 2016/2017 (ABIOVE; Agro Satélite; GTS; INPE)

Santos, B. D., Costa Correia Silva, D., & Rodrigues, M. Instituições e enforcement na redução do desmatamento na Amazônia. Revista Teoria e Evidência Econômica, 2017

Schlesinger, S. Soja: o grão que segue crescendo. Grupo de Trabalho sobre o Desenvolvimento e Meio Ambiente das Américas, 2008.

Schlesinger, S. & Noronha, S. O Brasil está nu!: O avanço da monocultura da soja, o grão que cresceu demais. Rio de Janeiro: FASE, 2006.

Valentim, J. F., & Andrade, C. M. S. de. Tendências e perspectivas da pecuária bovina na amazônia brasileira. Amazônia: Ciência & Desenvolvimento, 2009.
Vasconcelos, P. Determinantes do desmatamento na Amazônia Brasileira. UnB, 2015.

Wooldridge, J. M. Econometric Analysis of Cross Section and Panel Data. Cambridge, MA: MIT Press, 2002.