

Causas Diretas do Desmatamento e Problemas Socioambientais na Amazônia

PRISCILA BORIN DE OLIVEIRA CLARO
INSPER INSTITUTO DE ENSINO E PESQUISA

CAMILA ALI ABDALLA

Causas Diretas do Desmatamento e Problemas Socioambientais na Amazônia

Introdução

O desmatamento na Amazônia passou a crescer novamente à partir de 2013, tendência que acentuou em 2019, quando cerca de 10.300 km² da Amazônia Legal foram desmatados. Segundo dados do sistema PRODES este foi o maior índice de desmatamento dos últimos dez anos. Para 2020 a expectativa não é promissora, já que nos primeiros quatro meses do ano, mais de 1.200 km² de floresta foram dizimados, o que representa uma alta de 55% em relação ao mesmo período do ano anterior (INPE, 2020).

A área da Amazônia Legal é de aproximadamente 7,8 milhões km² e se estende por oito países: Bolívia, Brasil, Colômbia, Equador, Guiana, Peru e Venezuela (PNUMA/OTCA, 2008). A porção brasileira da floresta engloba uma área de 5.217.423 km², o que representa 61% do território brasileiro. A área compreende 772 municípios nos Estados do Acre, Amapá, Amazonas, Pará, Rondônia, Roraima, Tocantins, Mato Grosso e alguns municípios do Maranhão (IBGE, 2019). A Amazônia Legal, foi criada em 1953 com o objetivo de delimitar uma área política e geográfica de captação de incentivos fiscais a fim de promover seu desenvolvimento socioeconômico. Além de abrigar todo o bioma Amazônia brasileiro, a Amazônia Legal contém, ainda, parte do bioma Cerrado e parte do bioma Pantanal, localizado no estado do Mato Grosso.

Nesses biomas crescem cerca de 60 mil espécies de plantas, mais de 2.500 espécies de árvores, 2.000 espécies de peixes, 300 espécies de mamíferos, mais de 2 milhões de espécies de artrópodes, com biomassa que estoca cerca de 100 bilhões de toneladas de carbono e centenas de rios tributários (Assad, 2016). A Bacia Amazônica, a maior bacia hidrográfica do mundo, cobre cerca de 6 milhões de km². O principal rio, o Amazonas, corta a região para desaguar no Oceano Atlântico, lançando ao mar cerca de 175 milhões de litros d'água a cada segundo (MMA, 2019). Isso faz da região uma das mais importantes em termos de provisão de produtos e serviços ambientais.

A exploração insustentável desse bioma, além de estimular o esgotamento dos recursos naturais disponíveis, também prejudica um papel importante que a Amazônia desempenha de troca de energia, umidade e massa entre superfície continental e atmosférica, além dos serviços ambientais essenciais para a manutenção do ciclo hidrológico, dos climas regionais e globais, tais como a estocagem e absorção do excesso de carbono da atmosfera, a ciclagem da água e o transporte de gases para outras regiões (PNUMA/OTCA, 2008, EMBRAPA, 2020). Segundo um relatório da *Food and Agriculture Organization* (FAO), o desmatamento é a segunda maior causa das mudanças climáticas, um dos maiores desafios da atualidade (FAOSTAT, 2020).

Os impactos do desmatamento extrapolam a perda da biodiversidade e serviços ambientais. Vários problemas de subdesenvolvimento social na Amazônia Legal tem relação com o desmatamento. Com uma população de cerca de 24 milhões de habitantes segundo Censo de 2010, o que representa mais que 12% da população nacional, a região da Amazônia Legal é urbanizada porém subdesenvolvida em vários aspectos (IBGE, 2019). O Índice de Progresso Social (IPS) da região demonstra isto (Santos et al., 2018). O IPS mede a performance social e ambiental de territórios e varia de 0 a 100, sendo que quanto maior, melhor. Na Amazônia Legal, o IPS médio em 2018 (56,52) ficou bem abaixo do índice médio do Brasil (67,18). O círculo é vicioso. A população com baixa qualificação e a oferta reduzida de emprego enxerga a floresta como uma das únicas fontes de renda fácil. O desmatamento, no entanto, não melhora a renda e a qualidade de vida das pessoas. Ao contrário, os municípios com maiores desmatamentos apresentam baixos IPSs (Santos et al., 2018), o que sugere que os ganhos econômicos do

desmatamento não são apropriados pelas famílias regionalmente, mas sim por atores externos a região.

Portanto, para desenvolver medidas eficazes e reduzir os impactos negativos, é necessário entender as causas do desmatamento. Estudos anteriores categorizam as causas em dois tipos: causas diretas e indiretas (Geist e Lambin, 2001; Geist e Lambin, 2002). As causas diretas se referem a expansão das pastagens e áreas agrícolas, extração de madeira e expansão da infraestrutura. As indiretas, se relacionam a urbanização da região, crescimento populacional, aspectos culturais, sociais, tecnológicos, ambientais e políticas governamentais.

Segundo a FAO, entre os anos de 1990 e 2005, mais da metade do desmatamento das regiões da floresta Amazônica na América Latina foi influenciado pela expansão da pecuária (FAOSTAT, 2020). No Brasil, estudos sugerem que mais de 80% do desmatamento acumulado se relaciona à conversão de florestas em pasto (Rivero *et al.*, 2009; Silva e Barreto, 2014). Vale reconhecer, no entanto, que existem outras influências diretas pois a pecuária nem sempre é a primeira atividade após o primeiro corte da floresta (Rivero *et al.*, 2009). Isto se refere ao chamado ciclo de ocupação de terra na Amazônia. O ciclo consiste em uma sequência de corte da vegetação natural para comercialização de madeira de alto valor econômico, queimada, cultivo ou formação de pasto, pousio ou período de repouso da terra, queimada, perda de fertilidade do solo e baixa produtividade e, em poucos anos, abandono e nova abertura de área (Claro, 2007).

Neste contexto, este estudo visa primeiramente analisar a relação entre a expansão das pastagens e das áreas agrícolas com o desmatamento na Amazônia Legal brasileira. Apesar de vários estudos terem conduzido análises semelhantes, grande parte explora o desmatamento em anos anteriores a 2010. Dado que em 2012 as taxas de desmatamento iniciaram uma nova tendência de alta, decidimos estabelecer o período de análise entre 2011 e 2018. Nosso objetivo é analisar se o padrão de causas do desmatamento sofreu alguma modificação neste período em relação aos anos anteriores, conforme descrito em outras pesquisas. Um segundo objetivo é avaliar o desenvolvimento socioambiental entre 2014 e 2018 nos municípios com maiores taxas de desmatamento. Nossa hipótese é que o desmatamento não melhora as condições de vida das pessoas no local onde o desmatamento ocorre. Nosso estudo se caracteriza com quantitativo. O modelo contempla variáveis de desmatamento, cabeças de gado e áreas para cultivo de milho, arroz, soja, culturas temporárias e permanentes. Usamos estatística descritiva e método de regressão com dados em painel por estimação mínimos quadrados ordinários (MQO) para uma base de dados com 6.016 observações. Para discussão dos problemas socioambientais da região usamos dados do Índice de Progresso Social e estatística descritiva.

Estudos como este podem contribuir para a definição de políticas e planos para a Amazônia Legal pois o combate ao desmatamento e criação de soluções sustentáveis dependem da identificação das causas e dos impactos nas dimensões ambiental, social e econômica do desenvolvimento.

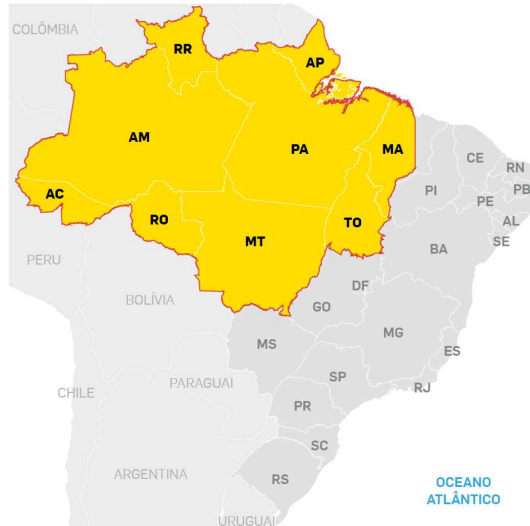
Fundamentação Teórica

Desmatamento na Amazônia Legal e Causas

O desmatamento por ações antropogênicas na Amazônia ocorre principalmente por meio de corte seletivo e corte raso (Silva *et al.*, 2020). O corte seletivo é a retirada de espécies de árvores com alto valor econômico com vistas à comercialização de madeira. No processo de extração, ocorre a derrubada de árvores vizinhas que se encontram na trajetória de queda da árvore derrubada. Esse processo é realizado principalmente por

madeireiros e antecede o corte raso. O corte raso é a retirada completa da vegetação. O corte raso é mais utilizado para manejo da terra, com vistas ao estabelecimento de atividades pecuárias e agrícolas. No corte raso clareiras são abertas por meio de queimada e derrubada, muitas vezes com tratores e correntes.

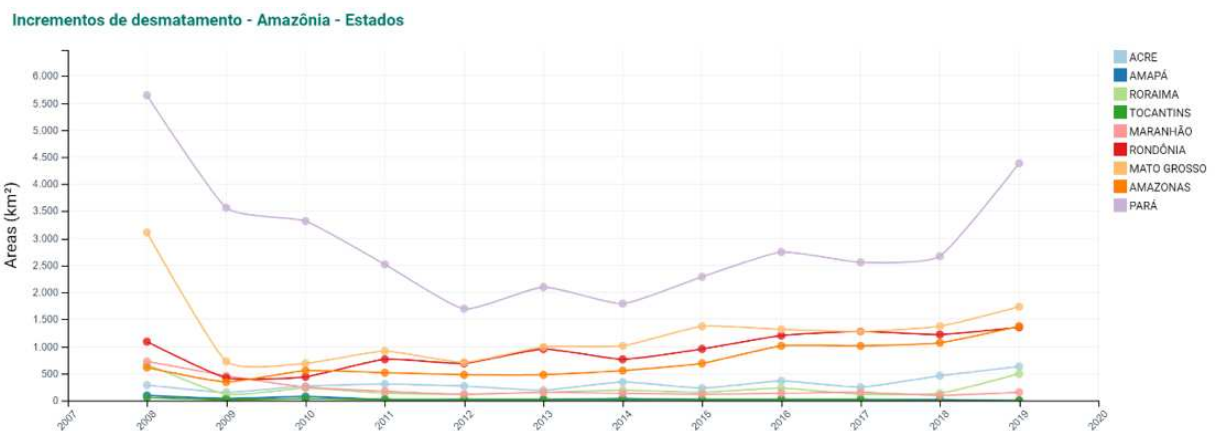
Figura 1 – Região da Amazônia Legal



Fonte: Inpe (2020)

De acordo com os dados do INPE, a cada ano, em torno de 20.000 km² são desmatados. Em 2000, o desmatamento atingiu um total de 587.727 km². De 2001 até 2003, esse valor elevou-se para 652.908 km². Os dados mais recentes (Figura 2) mostram que de 2008 a 2012 o desmatamento na Amazônia seguiu um padrão decrescente. Após isto, à partir de 2013 iniciou-se uma nova onda de aumento de desmatamento em quase todos os Estados da Amazônia Legal. Em 2019, é possível notar um salto significativo, especialmente no Pará. Considerando todos os Estados da Amazônia Legal, o desmatamento acumulado representa cerca de 20% da área (INPE, 2020).

Figura 2 – Incremento do desmatamento nos Estados da Amazônia Legal - 2008 a 2019.



Fonte: elaborado pelos autores à partir de dados do Inpe

Para entender o desmatamento na Amazônia é necessário analisar as causas do problema. Vários estudos analisam o desmatamento e as principais causas dos incrementos ao longo do tempo sob diferentes perspectivas teóricas e metodológicas (Reis e Margulis, 1991; Reis, 1996; Young, 1998; Ferraz, 2000; Margulis, 2001; Geist e Lambin, 2001; Geist e Lambin, 2002; Walker, 2003; Chomitz e Thomas, 2003; Margulis, 2003; Silva, 2006; Aldrich et al., 2006; Claro, 2007; Angelo, 2008; Miragaya, 2008; Rivero *et al.*, 2009; Oliveira et. al, 2011; Silva e Barreto, 2014; Silva et. al, 2020).

Em uma boa parte das publicações percebemos 2 categorias de causas do desmatamento: causas diretas e indiretas (Geist e Lambin, 2001; Geist e Lambin, 2002). As diretas se relacionam a expansão das pastagens e áreas agrícolas, extração de madeira e expansão da infraestrutura. As causas indiretas se relacionam a fatores sociais, econômicos, culturais, institucionais, ambientais, políticos, e tecnológicos que determinam o contexto no qual as relações entre homem e ambiente vão se dar, como por exemplo, dados demográficos, desenvolvimento tecnológico, disponibilidade de recursos naturais, entre outros.

Alguns trabalhos discutem que o desmatamento foi intensificado nas décadas de 60 e 70 durante os Planos nacionais de desenvolvimento (I, II e III). Esses tinham o objetivo de integrar a Amazônia com as outras regiões do país através do aquecimento de sua economia. Portanto, as políticas públicas se focavam em concessão de títulos de terras, incentivos fiscais a empreendimentos privados, créditos rurais subsidiados, programas oficiais de colonização agrícola (Angelo, 2008; Aldrich et al., 2006; Claro, 2007). O objetivo era aumentar a produção de alimentos, proporcionar uma colonização dirigida, concentrar investimentos em pólos e direcionar os esforços de infra-estrutura como energia, telecomunicações e transporte. No entanto, as prioridades eram voltadas aos setores de agricultura, pecuária e mineração, em uma região de floresta o que provocou uma alteração significativa na paisagem regional (Silva, 2006).

Para entender o que causa a expansão pecuária e agrícola entre 1980 e 1995, Ferraz (2000) demonstra que a expansão pecuária foi determinada essencialmente pelo avanço da malha rodoviária. Na mesma linha, o estudo de Reis (1996) discute que a expansão da malha rodoviária facilitou o acesso antes limitado a densa região florestal. Ou seja, acessibilidade é uma variável que impulsiona o desmatamento. Andersen et. al (2002) comparam o crédito rural e a abertura de estradas. As conclusões encontradas é de que o impacto da abertura de estradas é pior que a do crédito rural, já que para construir estradas é necessário desmatar uma vasta região e há pouco aumento da produção. Contudo, tanto a infraestrutura quanto a facilidade para investimentos atraem empreendedores e migrantes, que conseqüentemente aumentam a população, a demanda por serviços e por mais infraestrutura, se tornando um ciclo vicioso.

Outros trabalhos na mesma linha mostram que o desmatamento amazônico ocorre em terras com maior potencial agropecuário (Chomitz e Thomas, 2003; Silva, 2006; Miragaya, 2008; Oliveira et. al, 2011). Reis e Margulis (1991) descrevem os padrões de crescimento de atividades agrícolas, pecuárias e de extração e projetou as emissões futuras de carbono na Amazônia Legal. Para isso, os autores utilizaram variáveis, tais como: área agrícola, efetivo bovino, a área de cultura agrícola (culturas permanente e temporária), a densidade populacional, as rodovias e a extração madeireira. Os resultados mostraram que a área agrícola foi a variável que apresentou maior elasticidade ao desmatamento.

Young (1998) faz uma análise do desmatamento nos anos 70 e 80 levando em conta a variação dos preços dos produtos agrícolas, a variação da área agrícola, a construção de rodovias, o preço da terra, os créditos e o salário rural. Os resultados mostram correlação positiva entre o desmatamento e todas as variáveis, exceto o salário

rural. Margulis (2001) chegou em um resultado similar, constatando que maiores preços agrícolas incentivam o desmatamento para início de e atividade econômica.

Um outro trabalho feito em perspectiva longitudinal demonstra que em 2001 as áreas desmatadas cobriam 11% do bioma Amazônia e eram mais expressivas no Arco do Desmatamento, no leste do Pará, norte do Mato Grosso e em Rondônia (Barreto *et al.*, 2009). Nesta região o solo era usado para pasto e pecuária. Entretanto, os autores discutem que em 2004 e 2005, uma parte das pastagens degradadas foi convertida em cultivo agrícola, de arroz, milho e soja (Barreto *et al.*, 2009). Um estudo mais recente que envolve o cultivo de arroz milho e soja, além da pecuária (Rivero *et al.*, 2009) demonstrou que a pecuária tem mais influência no desmatamento pois é a atividade que está presente e em crescimento em quase todos os Estados da região, seguida da soja. Já o arroz e o milho não se mostraram tão fortemente relacionados ao desmatamento na Amazônia Legal. Isto está em linha com os resultados encontrados por Silva e Barreto (2014).

Em vários dos estudos percebemos que as causas diretas e indiretas se relacionam. Muitas causas subjacentes acabam sendo mediadoras do desmatamento pois viabilizam as atividades econômicas relacionadas a causas diretas. No estudo de Margulis (2003), por exemplo, é discutido que não seriam as rodovias e estradas que causam o desmatamento, mas sim a viabilidade financeira da pecuária. O autor reconhece que com a expansão da malha rodoviária ocorre a redução dos custos de transportes que viabilizam ainda mais financeiramente a pecuária. Ainda, o autor verifica que a atividade agropecuária é a principal causa direta do desmatamento, seguido pelo setor madeireiro.

Como percebemos, diversos estudos apontam para causas diretas e indiretas. A grande maioria reforça o papel da agropecuária no desmatamento.

Impactos do desmatamento no Desenvolvimento Sustentável

A Amazônia abrange diversos ecossistemas que abrigam a maior biodiversidade do planeta, como matas de terra firme, florestas inundadas, várzeas, igapós, campos abertos e cerrados e possui a mais extensa rede hidrográfica do planeta (GeoAmazônia, 2008). As mudanças no uso da terra, a partir do desmatamento na Amazônia Legal afetam não só a fauna e flora mas também a produtividade dos solos e os diversos serviços ambientais proporcionados pela floresta, especialmente o equilíbrio climático, a manutenção do ciclo hidrológico e o regime de chuvas (Asner *et al.*, 2005).

Um dos impactos negativo do desmatamento é a perda de produtividade do solo uma vez que a conversão de floresta primária em pastagem induz à mudanças nos fluxos de gases, tal como o óxido de nitrogênio. Com a perda de produtividade, ocorre o fenômeno de dessecação da terra, o que aumenta a probabilidade de queimadas e incêndios, e conseqüentemente afeta a emissão de gases do efeito estufa e as mudanças climáticas (Cochrane e Laurance, 2002). Em relação às mudanças climáticas, grande parte dos gases do efeito estufa são emitidos pela queima de combustíveis fósseis e de carvão vegetal. Isto significa que quando grandes áreas de floresta são queimadas, a emissão de gases aumenta consideravelmente (Houghton, 2005). Em 2018, o Brasil emitiu um total de 1,9 gigatoneladas de carbono equivalente (GtCO₂eq), de acordo com os números o Sistema de Estimativa de Emissões de Gases de Efeito Estufa (SEEG, 2019). Isto representa 3,4% das emissões mundiais, e coloca o país como o sétimo maior emissor do mundo, atrás de China, EUA, União Europeia, Índia, Indonésia e Rússia. Se considerarmos os países europeus separadamente, o Brasil passa a ser o sexto maior emissor. No Brasil, cerca de 43% das emissões está relacionada a queimadas e mudanças no uso do solo no país, especialmente na Amazônia (SEEG, 2019).

O desmatamento na Amazônia compromete a troca de energia, umidade e massa entre superfície continental e atmosférica, o que afeta o transporte de vapor d'água para regiões remotas e o nível de precipitação e de chuvas (Denning et. al, 1999). Alguns estudos mostram os impactos das mudanças no uso do solo no balanço hidrológico da Amazônia (Costa et. al, 2003). Por meio de análise de cenários de desmatamento é possível entender alguns dos impactos. Dixon et al. (1994) discutem que em um cenário de 30% de desmatamento na Amazônia o regime de clima permanentemente mais seco se estabeleceria, com efeitos diretos nos padrões de vegetação. Isso poderia influenciar também os processos atmosféricos, tal como a velocidade de convergência dos ventos (Esquivel-Muelbert, et.al, 2019)

Para além dos impactos ambientais, o desmatamento também gera impactos socioeconômicos negativos. Ao contrário do que se espera, o aquecimento das atividades pecuárias e agrícolas, nem sempre geram mais emprego, renda, educação, saúde e bem estar-social. Segundo Drummond (2002), a abundância de recursos naturais numa região ou num país, ou mesmo a sua grande participação nos outputs produtivos, se associa fortemente ao subdesenvolvimento quando comparados a regiões industriais e de serviços. Este é também o caso da Amazônia. Segundo De Castro et al., (2020) a trajetória de ocupação da Amazônia, caracterizado pela pecuária extensiva e de baixa produtividade tem sido uma das principais causas da pobreza. Outra característica importante é o aumento da população urbana na Amazônia. Atualmente, 72,4% da população da Amazônia vive em cidades. Comparando-se os dados dos estados da Amazônia Legal com o resto do país percebe-se que tanto as populações urbanas como as rurais têm rendimento familiar mensal proporcionalmente menor que as mesmas populações no restante do Brasil. Nos estados da Amazônia Legal mais de 80% das famílias ganham até 3 salários mínimos. No restante do Brasil, 74% das famílias nas áreas rurais tem a mesma renda. Para o segmento das famílias com até 1 salário mínimo de renda familiar, a proporção é de 34% na Amazônia para 30,1% dos Estados fora da Amazônia. Para as populações urbanas as diferenças são ainda maiores demonstrando que Amazônia como um todo é mais pobre que o resto do Brasil. A economia da Amazônia oferece pouco em termos de educação, emprego e renda. A região também sofre com problemas urbanos característicos de áreas em desenvolvimento tais como falta de saneamento e abastecimento de água, falta de coleta e tratamento de esgoto e de resíduos sólidos (MMA, 2014). Tudo isto influencia o bem estar socioeconômico das famílias que vivem nos 772 municípios da Amazônia Legal, retroalimentando o círculo virtuoso de pobreza e exploração irracional dos recursos naturais.

Metodologia

Variáveis

A partir da discussão teórica selecionamos as variáveis a serem testadas neste estudo para discussão do objetivo relacionado a análise das causas diretas do desmatamento.

A variável resposta é o desmatamento, representado pela área desmatada acumulada anual em hectares (ha). Entre as variáveis explicativas temos algumas que representam as atividades agrícolas e de pecuária bovina. As variáveis agrícolas são: área plantada de arroz (ha); área plantada de milho (ha); área plantada de soja (ha); área plantada de outras culturas temporárias, excluindo arroz, milho e soja (ha); e a área plantada de culturas permanentes (ha). Culturas permanentes são as de longo ciclo vegetativo, que permitem colheitas sucessivas, sem necessidade de novo plantio, já as

culturas temporárias são aquelas sujeitas ao replantio após a colheita, ou seja, que devem ser plantadas todo ano, geralmente em um curto período de tempo. Culturas temporárias incluem milho, arroz e soja, por isso, a variável área plantada de culturas temporárias (ha) exclui o plantio de arroz, milho e soja. A escolha de deixar esses três plantios separados no modelo é para conseguir capturar os impactos de cada um deles no desmatamento. Como visto nos estudos anteriores, o arroz, milho e soja têm sido as culturas difundidas na Amazônia, contribuindo para o desmatamento da região. A variável explicativa que representa a atividade pecuária bovina é o número absoluto de cabeças de gado. Essa é a única variável que não usa a unidade de medida em hectares.

Modelo

O modelo é representado pela equação abaixo:

$$\text{desmatamento}_{\text{ano}, i} = a_1\text{gado}_{\text{ano}, i} + a_2\text{arroz}_{\text{ano}, i} + a_3\text{milho}_{\text{ano}, i} + a_4\text{soja}_{\text{ano}, i} + a_5\text{temporária}_{\text{ano}, i} + a_7\text{permanente}_{\text{ano}, i}$$

desmatamento – desmatamento acumulado (ha)

gado – número de cabeças de gado

arroz – área plantada de arroz (ha)

soja – área plantada de soja (ha)

milho – área plantada de milho (ha)

temporária – área plantada de culturas temporárias, excluindo arroz, milho e soja (ha)

permanente – área plantada de culturas permanentes (ha)

É importante ressaltar que foi optado por um modelo de efeitos fixos, já que os municípios observados não são uma amostra aleatória do total de municípios, já que selecionamos os municípios por serem parte da Amazônia Legal.

Seguindo estudos anteriores a hipótese é que a atividade pecuária bovina, representada pela variável “número de cabeças bovinas” tenha o maior coeficiente da regressão para qualquer aspecto da análise. Ou seja, espera-se que a atividade pecuária bovina seja a causa mais fortemente relacionada com o desmatamento em todos os municípios analisados, considerando os dados mais atuais (até 2018).

Para discutir o segundo objetivo do trabalho, escolhemos a variável IPS, o Índice de Progresso Social que será considerada uma proxy para desenvolvimento socioeconômico e ambiental.

Dados e Período de Análise

Os dados relacionados a desmatamento nos municípios da Amazônia Legal foram extraídos da base do Inpe denominada PRODES (INPE, 2019). O projeto PRODES realiza o monitoramento do desmatamento por corte raso da Amazônia Legal a partir de imagens satélites e produz as taxas anuais de desmatamento da região.

A base de dados utilizada para variáveis agrícolas e pecuária, tanto para o número de cabeças bovinas, quanto para o plantio de arroz, milho, soja, outras culturas temporárias e permanentes é a Sidra (2019), um sistema de acervo de dados do IBGE.

Dada a diferença no número de municípios de cada fonte de dados, foi necessário utilizar apenas os municípios que estavam presentes em ambas as bases. Isto foi verificado durante o processo de integração das duas bases. Portanto, alguns municípios da Amazônia Legal acabaram sendo desconsiderados, resultando em uma amostra de 752 válidos, cujos dados foram considerados no modelo.

Os dados sobre desmatamento e variáveis agrícolas e pecuárias foram coletados entre Setembro e Dezembro de 2019. O período de análise é de 2011 a 2018 e a escolha

se baseia no fato que à partir de 2011 verificamos uma tendência de aumento da taxa de desmatamento anual.

Os dados sobre problemas socioambientais foram extraídos da base do AMAZON referentes ao Índice de Progresso Social (IPS). O IPS foi lançado em 2013 pela *Social Progress Imperative* (SPI) – com vistas a avaliar o progresso social dos países por meio de um modelo matemático que agrega uma ampla variedade de indicadores sociais e ambientais recentes e de fontes públicas e fidedignas. Segundo Santos et. al, (2018) IPS foi concebido a partir do entendimento de que medidas de desenvolvimento baseadas apenas em indicadores econômicos são insuficientes, já que crescimento econômico sem progresso social resulta em degradação ambiental, exclusão e conflitos sociais. O IPS é composto por indicadores exclusivamente sociais e ambientais agregados em três dimensões (Necessidades Humanas Básicas, Fundamentos para o Bem-Estar e Oportunidades). O índice varia de 0 a 100 e quanto maior, melhor. A base de dados dos IPSs para este estudo se referem aos ano de 2014 e 2018 para todos os municípios estudados. Nossa análise do IPS se limitará aos 10 municípios com maior incremento de desmatamento entre 2014 e 2018.

Método

O método utilizado para a estimação dos parâmetros do modelo de interesse foi de Dados em Painel com Mínimos Quadrados Ordinários (MQO), pelo fato dele permitir identificar mudanças ao longo do tempo na relação entre a variável resposta e as variáveis explicativas em todos os 752 municípios. O método é válido e coerente pois permite observar ao longo de 8 anos, um total de 6.016 variáveis. Outras vantagens deste método se referem ao tamanho da amostra, que aumenta os graus de liberdade, o controle da heterogeneidade presente nos municípios e a diminuição da colinearidade entre as variáveis explicativas. Ou seja, o método melhora a qualidade da estimação dos parâmetros.

O método usado para discussão dos impactos socioeconômicos do desmatamento entre 2014 e 2018 é a estatística descritiva bem como análise qualitativa das atividades econômicas realizadas nos 10 municípios com maior incremento de desmatamento.

Resultados

Análise Descritiva

A análise descritiva dos dados nos permite entender melhor os resultados obtidos. Portanto, abaixo apresentamos os resultados para cada variável do modelo considerando os 752 municípios estudados e os anos de 2011 a 2018.

Tabela 1 – Análise Descritiva das Variáveis do Modelo

	Gado (cabeças)	Temporárias (ha)	Arroz (ha)	Milho (ha)	Soja (ha)	Permanentes (ha)	Desmatamento (ha)
Média	109.168	3.006	888	5.900	13.406	986	1.012
Mínimo	13	0	0	0	0	0	0
Máximo	2.282.445	183.698	91.229	529.320	635.000	45.678	18.734

Fonte: elaborada pelos autores

A partir da Tabela 1, é possível identificar que na média os municípios tiveram um saldo de desmatamento de 1.012 hectares entre 2011 e 2018. O máximo de desmatamento foi de 18.734 hectares e o mínimo foi de 0 hectares. Ou seja, é possível

perceber uma discrepância grande entre municípios e analisando quais são os 15 municípios com mais desmatamento acumulado. Analisando a base de dados percebemos que a maioria se encontra no Pará, principalmente no sul do Estado, perto do Maranhão e ao redor do Rio Xingu. Dentre as variáveis explicativas também existe discrepância grande entre os municípios. Percebemos que na média (Tabela 1), os municípios tiveram um saldo médio de 109.168 cabeças de gado, sendo que o saldo máximo foi de 2.282.445 e o mínimo de 13 cabeças de gado. Isso indica que, apesar da discrepância, todos os municípios analisados praticam atividade pecuária bovina, ao contrário do que se observa nas tabelas das variáveis agrícolas. A lógica de análise das tabelas é a mesma para as demais variáveis da tabela.

A Tabela 2 reúne os 15 municípios com mais hectares desmatados em 2018 bem como o número de cabeça de gado, as áreas com lavouras permanentes, temporárias, bem como as áreas com Milho, Arroz e Soja.

Tabela 2 – Caracterização das atividades agropecuárias dos municípios com maiores taxas de desmatamento em 2018

Municípios	Estado	Desmatamento	Gado	Permanente	Temporária	Milho	Arroz	Soja
São Félix do Xingu	PA	18,734	2,256,734	4,210	1,771	4,233	126	500
Porto Velho	RO	10,200	1,043,523	6,218	9,310	12,081	9,225	9,650
Altamira	PA	9,162	707,958	10,701	3,353	1,500	1,000	2,000
Paragominas	PA	8,792	276,131	1,090	4,650	9,000	3,000	155,000
Marabá	PA	8,727	1,033,749	1,099	5,315	7,000	200	500
Novo Repartimento	PA	8,127	970,837	10,669	658	300	100	0
Juara	MT	8,053	998,844	165	56	18,000	8,500	42,000
Cumaru do Norte	PA	7,368	807,787	360	691	10,964	600	10,252
Santana do Araguaia	PA	7,252	558,402	717	1,855	25,500	1,000	72,000
Novo Progresso	PA	6,289	618,876	205	1,044	1,800	2,400	8,000
Santa Maria das Barreir	PA	5,956	614,686	61	1,120	19,500	1,000	32,000
Pacajá	PA	5,927	620,785	5,343	2,843	2,000	300	0
Santa Luzia	MA	5,742	240,198	149	2,694	6,100	3,359	3,300
Itaituba	PA	5,665	343,981	2,322	2,421	1,000	50	0
Rondon do Pará	PA	5,597	331,090	60	665	1,000	270	50,000

Fonte: elaborada pelos autores.

Percebe-se uma relação entre o nível de desmatamento e o número de cabeças de gado. Por exemplo, o município São Félix do Xingu, era o que tinha a maior quantidade de cabeças de gado (2.256.734) e maior desmatamento (18.734) em 2018.

A fim de entender a relação entre o uso do solo e o desmatamento, realizamos uma análise de correlação. Os resultados estão demonstrados na Tabela 3 abaixo.

Tabela 3 – Análise de Correlação

	Desmatamento	Gado	Temporária	Arroz	Milho	Soja	Permanente
Desmatamento	1,000	0,782	0,056	0,159	0,150	0,147	0,251
Gado	0,782	1,000	0,011	0,102	0,037	0,044	0,183
Temporária	0,056	0,011	1,000	0,066	0,649	0,700	0,010
Arroz	0,159	0,102	0,066	1,000	0,132	0,162	0,019
Milho	0,150	0,037	0,649	0,132	1,000	0,928	-0,032
Soja	0,147	0,044	0,700	0,162	0,928	1,000	-0,050
Permanente	0,251	0,183	0,010	0,019	-0,032	-0,050	1,000

Fonte: elaborada pelos autores.

É possível observar que a variável explicativa que mais se correlaciona com a variável resposta, desmatamento, é o gado. Entende-se por isso que, a atividade pecuária bovina tem uma maior influência no desmatamento da Amazônia Legal em comparação

com as outras variáveis. A segunda variável que mais se correlaciona com a variável resposta é a cultura permanente, o que indica que as culturas de longo ciclo vegetativo também exercem influência no desmatamento da região.

Outra correlação importante se dá entre as variáveis milho e soja com a variável cultura temporária. Isso pode ser explicado pelo fato de milho e soja serem culturas temporárias. Ou seja, é possível que em uma mesma região seja produzido milho, soja e outras culturas temporárias no mesmo ano, já que são culturas com ciclos vegetativos mais curtos. Isso também explica a alta correlação entre soja e milho.

Resultados das Estimções dos Parâmetros da Regressão

O resultado da regressão linear (Tabela 4) e as análises dos resultados a amostra de 752 municípios para os anos 2011 a 2018 se restringem às variáveis com p-valor inferior a 5%, as quais foram estimadas com 95% de confiança. Portanto, as variáveis “Temporária”, “Arroz” e “Milho” não serão analisadas.

Tabela 4: Regressão Linear

	Coefficiente	P-valor	Desvio Padrão
Gado	0,0014	0,00%	0,0001
Temporária	-0,0015	12,82%	0,0010
Arroz	0,0002	89,36%	0,0013
Milho	-0,0005	13,25%	0,0003
Soja	0,0011	0,01%	0,0003
Permanente	0,0028	3,86%	0,0013

Fonte: elaborado pelos autores

A respeito da variável “Gado”, pelos resultados da regressão, entende-se que cada 1 cabeça de gado em um município em um dado ano, impacta em 0,0014 hectares de desmatamento nesse município. Para facilitar a análise e comparação entre as variáveis, será considerado que 1 cabeça de gado representa 1,15 hectares (Censo Agropecuário, 2017). Ou seja, 1 hectare utilizado para criação de gado gera 0,0012 hectares de desmatamento.

A respeito das variáveis agrícolas tem se que, cada 1 hectare de cultura permanente gera 0,0028 hectares de desmatamento em um dado ano. Cada 1 hectare plantado de soja gera 0,0011 hectares de desmatamento em um dado ano.

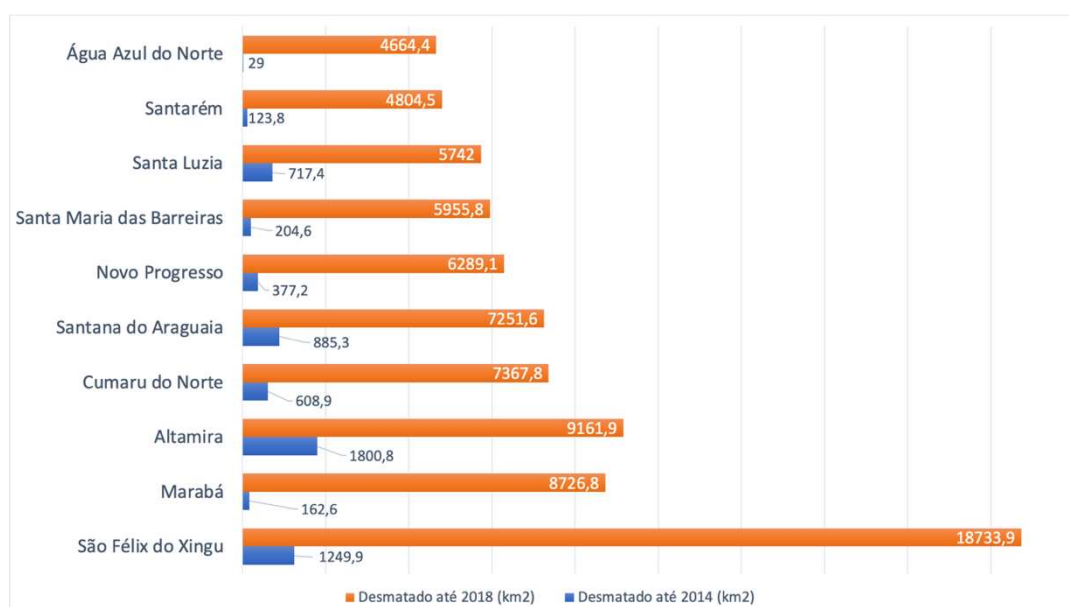
Para tornar essa análise mais tangível, iremos considerar o tamanho de um campo de futebol como medida. Cada campo de futebol tem cerca de 1 hectare. Nesta medida, para criação de gado (821 cabeças) é desmatado 1 campo de futebol no município no ano. 357 campos de futebol de cultura permanente geram 1 campo de futebol desmatado nesse município no ano. 909 campos de futebol de soja geram 1 campo de futebol desmatado nesse município no ano.

Partindo das medidas anteriores e usando a média de cabeças de gado, culturas permanentes bem como produção de soja nos municípios da Amazônia Legal entre 2011 e 2018 (Tabela 1) conseguimos estimar quantos campos de futebol ou hectares são desmatados anualmente para cada atividade. A média de cabeças de gado nos anos analisados era de 109.168. Já a média de culturas permanentes em hectares era de 968 e a área média de Soja em hectares era 13.406. Considerando que 1 cabeça de gado seja igual a 1,15 hectares de área e que gera 0,0014 hectares de desmatamento, o desmatamento na região pela atividade pecuária bovina em 2018 foi de cerca de 131 campos de futebol na média. Já o desmatamento para plantação de soja foi de cerca de 15

campos e para plantação de culturas permanentes foi de cerca de 3 campos de futebol, na média. Com essa análise baseado na média dos valores é possível concluir que a atividade pecuária bovina foi mais relevante do que a plantação de culturas permanentes e de soja no desmatamento na Amazônia Legal entre 2011 e 2018. Também é possível concluir que a plantação de soja é mais relevante que as cultura permanentes.

Quando analisamos 2018 em comparação a 2014, os maiores incrementos de desmatamento estão localizados em 10 municípios, sendo 8 no Estado do Pará: São Félix do Xingu, Marabá, Altamira, Cumaru do Norte, Santana do Araguaia, Novo Progresso, Santa Maria das Barreiras, Santa Luzia, Santarém e Água Azul do Norte. (Figura 3). Estes 10 municípios representaram cerca de 43% de todo o incremento de desmatamento na região da Amazônia Legal entre 2014 e 2018.

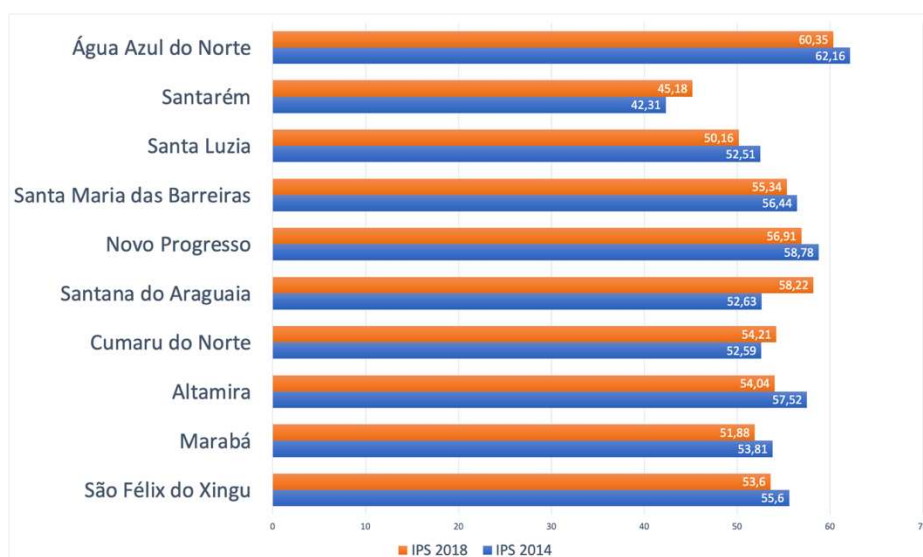
Figura 3: Incremento de Desmatamento em Km² nos 10 municípios críticos



Fonte: elaborado pelos autores

O desmatamento não gera mais progresso social, ao contrário. Dos 10 municípios com maior incremento de desmatamento entre 2014 e 2018, 7 tiveram piora no IPS (Figura 4). A média de redução no IPS foi de 2,08.

Figura 4: Índice de Progresso Social (IPS) nos 10 municípios críticos



Fonte: elaborado pelos autores

Conclusão

A nova tendência de aumento de desmatamento na Amazônia Legal, à partir de 2013, trouxe a tona a necessidade de entendimento das causas do desmatamento nos anos mais atuais. Neste contexto, este estudo analisa a relação entre a expansão das pastagens e das áreas agrícolas com o desmatamento na Amazônia Legal brasileira entre 2011 e 2018.

Os resultados, assim como estudos anteriores, mostram que a pecuária bovina continua sendo a atividade mais relevante na explicação das causas diretas do desmatamento na Amazônia Legal (Rivero et. al, 2009; Silva e Barreto, 2014). Isto pode ser explicado pela facilidade de condução e pela baixa produtividade da atividade pecuária na região. Neste sentido, uma das recomendações seria incrementar a produtividade da atividade pecuária na região, sem ultrapassar a capacidade de suporte.

Também avaliamos, por meio do IPS, o desenvolvimento socioambiental na Amazônia Legal entre 2014 e 2018, focando nos municípios com maiores taxas de desmatamento. Os resultados mostram que 10 municípios são responsáveis por quase 50% do incremento de desmatamento na região no período. Destes 10 municípios, 7 tiveram piora no IPS em 2018 comparado com 2014. A média de redução no IPS foi de 2,08. Isso corrobora com a hipótese de que o desmatamento não melhora renda e condições de vida das pessoas no local onde o desmatamento ocorre, pelo contrário, piora.

Para além dos dados analisados, percebemos nos últimos anos um discurso político anti-preservação e uma diminuição na fiscalização para inibir o desmatamento e punir a ilegalidade. Em 2019 somente 201 autos de infração ambiental foram lavrados pelo Ibama, ao passo que em 2016, 2017 e 2018, foi de cerca de 320, 339 e 360 autos de infração, respectivamente segundo dados do ICMBio. Isto tudo num contexto de incremento de focos de incêndio e desmatamento.

Assim como todos os estudos, este também tem limitações. Nossa análise se foca nas causas diretas do desmatamento entre 2011 e 2018. No entanto não analisamos dados de extração de madeira e atividade mineradora. Entendemos que a complexidade da Amazônia merece um estudo sobre o avanço principalmente do garimpo ilegal bem como de causas indiretas, como avanço e melhoria da infraestrutura de transporte, aumento de crédito rural, aumento de delimitação de áreas de preservação públicas de uso coletivo e pressão de assentamentos agrários. Uma outra limitação se refere ao uso do IPS para discussão dos problemas sócio ambientais locais dado que os índices se referem a dois

pontos no tempo: 2014 e 2018, enquanto dados de desmatamento são publicados anualmente.

A motivação para realizar este estudo se relaciona a necessidade de fundamentar a tomada de decisão em evidências e análises robustas. Acreditamos que trabalhos como este possam ser úteis para definição de políticas e planos para a Amazônia Legal.

Concluimos que o desmatamento continua prevalecendo para fins agropecuários e que a região já urbanizada é subdesenvolvida. Como implicações administrativas, reforçamos a necessidade de atuação do governo para manter as restrições de uso da terra, inibir o desmatamento e punir a ilegalidade. Isso garantiria maior segurança institucional para maiores e melhores investimentos locais. Com segurança institucional, o papel do setor empresarial será fundamental para o desenvolvimento da bioeconomia na região, dado sua capacidade de investimento, inovação e governança. Também é preciso considerar a implementação de novos mecanismos de incentivo a preservação, como por exemplo, os dividendos do carbono, convergindo para uso dos recursos da floresta, sem necessidade de corte de árvores. Como vimos, problemas e causas são conhecidos, o desafio agora é encontrar soluções que considerem a manutenção da floresta como oportunidade e não ameaça ao desenvolvimento.

Referência Bibliográfica:

- ALDRICH, S. P., WALKER, R. T., ARIMA, E. Y., CALDAS, M. M., BROWDER, J. O., & PERZ, S. (2006). Land-cover and land-use change in the Brazilian Amazon: smallholders, ranchers, and frontier stratification. **Economic Geography**, 82(3), 265-288.
- ANDERSEN, L. E.; GRANGER, C. W. J.; REIS, E. J.; WEINHOLD, D. & WUNDER, S. (2002). **The dynamics of deforestation and economic growth in the Brazilian Amazon**. Cambridge University Press.
- ASSAD, E. D. (2016). **Amazônia legal: propostas para uma exploração agrícola sustentável (relatório completo)**. EESP-Escola de Economia de São Paulo.
- ANGELO, H. **O desmatamento na Amazônia Brasileira**. Brasília: Faculdade de Tecnologia da Universidade de Brasília, 2008. 106 p.
- ASNER, G. P.; CARLSON, K. M. & MARTIN, R. E. (2005). Substrate age and precipitation effects on Hawaiian forest canopies from spaceborne imaging spectroscopy. **Remote sensing of environment**, v. 98, n. 4, p. 457-467.
- BARRETO, P.; ARAÚJO, E. & BRITO, B. **A impunidade de crimes ambientais em áreas protegidas federais na Amazônia**. IMAZON-Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia, 2009.
- CHOMITZ, K. M. & THOMAS, T. S. (2003). Determinants of land use in Amazonia: a fine-scale spatial analysis. **American Journal of Agricultural Economics**, v. 85, n. 4, p. 1016-1028.
- CLARO, P.B. de O. (2007). Direito de propriedade, atividades econômicas e contexto institucional no vale do Jari. **Universidade Federal de Lavras**.
- COCHRANE, M. A., & LAURANCE, W. F. (2002). Fire as a large-scale edge effect in Amazonian forests. **Journal of Tropical Ecology**, 311-325.
- COSTA, M. H.; BOTTA, A. & CARDILLE, J. A. (2003) Effects of large-scale changes in land cover on the discharge of the Tocantins River, Southeastern Amazonia. **Journal of Hydrology**, v. 283, n. 1-4, p. 206-217.

- DE CASTRO, E. M. R.; FIGUEIREDO, S. L., DE MEDEIROS RIVERO, S. L., & DE ALMEIDA, O. T. (2020). Pensamento crítico sobre a Amazônia e o debate sobre desenvolvimento. **Papers do NAEA**, 27(1).
- DENNING, A. S., T. TAKAHASHI, & P. FRIEDLINGSTEIN. (1999). Can a strong atmospheric CO₂ rectifier effect be reconciled with a “reasonable” carbon budget? Keynote Perspective. **Tellus B**, v. 51, n. 2, p. 249-253, 1999.
- DIXON, R. K., SOLOMON, A. M., BROWN, S., HOUGHTON, R. A., TREXIER, M. C., & WISNIEWSKI, J. (1994). Carbon pools and flux of global forest ecosystems. **Science**, 263(5144), 185-190.
- DRUMMOND, J. A. (2002). Natureza rica, povos pobres?-questões conceituais e analíticas sobre o papel dos recursos naturais na prosperidade contemporânea. **Ambiente & sociedade**, (10), 45-68.
- EMBRAPA. (2020). Contando Ciência na WEB. **Bioma Amazônia**. Disponível em www.embrapa.br/contando-ciencia/bioma-amazonia. Acesso em 20 de Maio de 2020.
- ESQUIVEL-MUELBERT, A., BAKER, T. R., DEXTER, K. G., LEWIS, S. L., BRIENEN, R. J., FELDPAUSCH, T. R., ... & HIGUCHI, N. (2019). Compositional response of Amazon forests to climate change. **Global Change Biology**, 25(1), 39-56.
- FERRAZ, C. M. (2000). **Measuring the causes of deforestation, agriculture, land conversion and cattle ranching growth: evidence from the Amazon**. IPEA.
- FAOSTAT. Food and agriculture organization of the United Nations – Disponível em: <<http://faostat.fao.org/>>. Acesso em Janeiro de 2020.
- GEIST, H. & LAMBIN, E. (2001). **What drives tropical deforestation? A meta analysis of proximate and underlying causes of deforestation based on subnational case study evidence**. LUC International Project Office, Louvain-la-neuve Belgium.
- GEIST, H. J. & LAMBIN, E. F. (2002). Proximate Causes and Underlying Driving Forces of Tropical Deforestation. **BioScience**, v. 52, p. 143-150.
- GEOAMAZÔNIA. (2008). **Perspectivas do meio ambiente na Amazônia**. PNUMA - Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente. OTCA - Organização do Tratado de Cooperação Amazônica. Universidad del Pacífico. ISBN: 978-92-807-2947-4.
- HOUGHTON, R. A. (2005). Aboveground forest biomass and the global carbon balance. **Global change biology**, v. 11, n. 6, p. 945-958, 2005.
- IBGE. (2017). Censo Agropecuário. Brasília: IBGE. Disponível em <https://censos.ibge.gov.br/agro/2017/>. Acesso em Outubro de 2019.
- IBGE. (2019). Pesquisa trimestral de abate de animais. Brasília: IBGE, 2019. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em Janeiro de 2020.
- INPE. (2020). Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. PRODES – desflorestamento nos municípios da Amazônia Legal. Disponível em: <<http://terrabrasilis.dpi.inpe.br/en/home-page/>> . Acesso em Maio de 2020.
- MARGULIS, S. (2001). **Quem são os agentes do desmatamento na Amazônia e por que eles desmatam?** Brasília: Banco Mundial.
- MARGULIS, S. (2003). **Causas do desmatamento da Amazônia brasileira**. Brasília: Banco Mundial.
- MMA - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. (2014). População e desenvolvimento sustentável na Amazônia. Brasília: UNFPA-Fundo de População das Nações Unidas. Série população e desenvolvimento sustentável. Disponível em: <http://www.unfpa.org.br/Arquivos/amazonia1.pdf>. Acesso em Abril de 2020.
- MMA - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (2019). Disponível em: <https://www.mma.gov.br/>. Acesso em 14 de Abril de 2020.

- MIRAGAYA, J. (2008). Demanda mundial de carne bovina tem provocado o desmatamento na Amazônia. T&C Amazônia, ano VI, n. 14.
- OLIVEIRA, R. C. D., ALMEIDA, E., FREGUGLIA, R. D. S., & BARRETO, R. C. S. (2011). Desmatamento e crescimento econômico no Brasil: uma análise da curva de Kuznets ambiental para a Amazônia legal. *Revista de economia e sociologia rural*, 49(3), 709-739.
- PNUMA/OTCA. *Perspectivas do Meio Ambiente na Amazônia: Geo Amazônia*. 2008. Disponível em <www.mma.gov.br/estruturas/PZEE/_arquivos/geoamaznia_28.pdf>. Acesso em 20 de Maio de 2020.
- REIS, E. & MARGULLIS, S. (1991). Options for slowing Amazon jungle clearing. In: R. DORNBUSCH, R.; POTERBA, J. **Economic policy responses to global warming**. (Ed.) Cambridge, MA, MIT Press.
- RIVERO, S., ALMEIDA, O., ÁVILA, S., & OLIVEIRA, W. (2009). Pecuária e desmatamento: uma análise das principais causas diretas do desmatamento na Amazônia. *Nova economia*, 19(1), 41-66.
- REIS, E. (1996). Os impactos do pólo siderúrgico de Carajás no desflorestamento da Amazônia brasileira. *A economia brasileira em perspectiva*, Rio de Janeiro, IPEA, v. 2, p. 691-715.
- SANTOS, D., MOSANER, M., CELENTANO, D., MOURA, R. & VERÍSSIMO, A. (2018). **Índice de Progresso Social na Amazônia brasileira: IPS Amazônia 2018**. Belém, PA: Imazon; Social Progress Imperative, 2018.
- SIDRA. (2019). Base de Dados Estatística. **IBGE**. Disponível em <https://sidra.ibge.gov.br/home/pnadct/brasil>. Acesso em Janeiro de 2020.
- SILVA, A.N. (2006). **Análise das relações entre o desflorestamento e o potencial agropecuário das terras na Amazônia**. 179 f. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto), Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais.
- SILVA, D. & BARRETO, P. (2014). **O aumento da produtividade e lucratividade da pecuária bovina na Amazônia: o caso do Projeto Pecuária Verde em Paragominas**. Belém: IMAZON. 28p.
- SILVA, C. A., SANTILLI, G., SANO, E. E., & RODRIGUES, S. W. P. (2020). Análise Qualitativa do Desmatamento na Floresta Amazônica a partir de Sensores SAR, Óptico e Termal. *Anuário do Instituto de Geociências*, 42(4), 18-29.
- SEEG. (2019). Dados sobre as emissões de GHG no Brasil - SEEG Brasil - **Sistema de Estimativas de Emissões de Gases de Efeito Estufa**. Disponível em: <http://plataforma.seeg.eco.br/sankey>. Acesso em Maio de 2020.
- WALKER, R. Mapping Process to Pattern in the Landscape Change of the Amazonian Frontier. *Annals of the Association of American Geographers*, 93: 376–398. 2003.
- YOUNG, C. Public policies and deforestation in the Brazilian Amazon. **Planejamento e Políticas Públicas**, IPEA, n. 18, 1998.