



TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**ASPECTOS ECONÔMICOS E SOCIAIS QUE IMPACTAM O
DESMATAMENTO NA AMAZÔNIA BRASILEIRA**

Tauany Vieira da Silva Reis

Brasília, 06 de abril de 2022'

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

FACULDADE DE TECNOLOGIA



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA – UNB
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL

ASPECTOS ECONÔMICOS E SOCIAIS QUE IMPACTAM O DESMATAMENTO NA AMAZÔNIA BRASILEIRA

TAUANY VIEIRA DA SILVA REIS

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação apresentada ao Departamento de Engenharia Florestal da Universidade de Brasília, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Florestal sob a orientação do professor Humberto Angelo.

BRASÍLIA – DF, 06 de abril DE 2022

FICHA CATALOGRÁFICA

REIS, TAUANY VIEIRA DA SILVA

ASPECTOS ECONÔMICOS E SOCIAIS QUE IMPACTAM O DESMATAMENTO NA AMAZÔNIA BRASILEIRA.

60 p., 210 x 297mm (EFL/FT/UnB, Engenheira, Engenharia Florestal, 2022).

Trabalho de conclusão de curso - Universidade de Brasília, Faculdade de Tecnologia.

Departamento de Engenharia Florestal

- | | |
|------------------------|----------------|
| 1. Desmatamento | 2. Amazônia |
| 3. Extração madeireira | 4. Agricultura |
| I. EFL/FT/UnB | II. |

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

REIS, T. V. da S. (2022). **ASPECTOS ECONÔMICOS E SOCIAIS QUE IMPACTAM O DESMATAMENTO NA AMAZÔNIA BRASILEIRA**. Trabalho de conclusão de curso, Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 50 p.

CESSÃO DE DIREITOS

AUTORA: Tauany Vieira da Silva Reis

TÍTULO: *Aspectos econômicos e sociais que impactam o desmatamento na Amazônia brasileira.*

GRAU: Engenheira Florestal

ANO: 2022

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias deste Projeto Final de Graduação e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. A autora reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte deste Projeto Final de Graduação pode ser reproduzida sem autorização por escrito do autor.

Tauany Vieira da Silva Reis

tauanyvieirareis@gmail.com

RESUMO

Reis, Tauany Vieira da Silva (REIS, T. V. da S.) **ASPECTOS ECONÔMICOS E SOCIAIS QUE IMPACTAM O DESMATAMENTO NA AMAZÔNIA BRASILEIRA**. Monografia (Bacharelado em Engenharia Florestal) – Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2022.

O processo de desmatamento da Amazônia ocorre devido uma série de fatores, não podendo ser analisado de maneira isolada. Entre os principais estão atividades florestais, agrícolas, pecuárias, obras de infraestrutura e crescimento populacional e econômico. O objetivo do presente estudo foi identificar os principais fatores socioeconômicos que influenciam o desmatamento na Amazônia Legal brasileira, assim como estimar como essas variáveis atuam no processo de perda da cobertura vegetal, no período compreendido entre os anos de 2000 e 2019. Os dados utilizados foram submetidos a análise de componentes principais, análise de correlação, análise de cluster e análise discriminante. Os resultados mostram que o desmatamento está diretamente ligado a extração madeireira, atividades agrícolas e pecuárias, além de fatores como crescimento demográfico e econômico na região.

Palavras-Chave – Desmatamento; Amazônia; Extração madeireira; Agricultura.

ABSTRACT

Reis, Tauany Vieira da Silva (REIS, T. V. da S.) **ECONOMICS AND SOCIAL ASPECTS THAT IMPACT DEFORESTATION IN THE BRAZILIAN AMAZON**. Monograph (Forest Engineering Degree) – University of Brasília, Brasília, DF, 2022.

The amazon deforestation process occurs due to a number of factors and cannot be analyzed in isolation. Among the main activities are forestry, agricultural, livestock, infrastructure works and population and economic growth. The aim of this study was to identify the main socioeconomic factors that influence deforestation in the Brazilian Legal Amazon, as well as to estimate how these variables act in the process of loss of vegetation cover, in the period between 2000 and 2019. The data used were submitted to principal component analysis, correlation analysis, cluster analysis and discriminant analysis. The results show that deforestation is directly linked to logging, agricultural and livestock activities, as well as factors such as demographic and economic growth in the region.

Keywords - Deforestation; Amazon; Logging, Agriculture.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Proporção do desmatamento em função da distância da estrada na Amazônia Legal. Fonte: Ferreira, 2005.	21
Figura 2. Localização da área de estudo Fonte: IBAMA-SISCOM	24
Figura 3. Desmatamento na Amazônia legal e as exportações de madeira serrada.	36
Figura 4. Análise de cluster: dendrograma usando a ligação de Ward.	39
Figura 5. Mapa territorial das funções discriminantes	45

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Variáveis estudadas.....	26
Tabela 2. Resultado da análise de componentes principais.	33
Tabela 3. Análise de correlação.....	37
Tabela 4. Teste de igualdade de médias de grupo	41
Tabela 5. Variáveis Inseridas ^{a,b,c,d}	42
Tabela 6. Valores próprios	42
Tabela 7. Lambda de Wilks.....	43
Tabela 8. Resultados da classificação ^a	43
Tabela 9. Matriz de estruturas	44
Tabela 10. Índice de potencia.....	45
Tabela 11. Comparação dos resultados obtidos nas análises	46

LISTA DE SIGLAS

CNI - Confederação Nacional Da Indústria

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations

IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Renováveis

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

LPF - Sistemas de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta

MMA - Ministério do Meio Ambiente

PCA – Análise de Componentes Principais (Principal Components Analysis)

PNMC - Política Nacional de Mudanças Climáticas

PPCDAm - Plano de Combate e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal

PRODES - Projeto de Monitoramento do Desmatamento na Amazônia Legal por Satélite

REDD+ - Redução de Emissões por Desmatamento e Degradação Florestal

UNFCCC - Convenção–Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas

Λ - Lambda

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
2. OBJETIVO	14
2.1. Objetivo geral	14
2.2. Objetivo específico	14
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	15
3.1. Floresta Amazônica.....	15
3.2. Desmatamento da Floresta Amazônica	17
3.3. Determinantes do Desmatamento.....	20
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	24
4.1. Área de estudo.....	24
4.2. Variáveis estudadas.....	26
4.3. Métodos de análise	29
4.3.1. Análise de Componentes Principais	29
4.3.2. Análise de correlação	30
4.3.3. Análise de Cluster.....	30
4.3.4. Análise discriminante.....	31
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	33
5.1. Componentes Principais	33
5.2. Correlação.....	34

5.3. Cluster.....	38
5.4. Análise discriminante	40
5.5. Comparação das análises.....	46
5.6. Ações e recomendações.....	48
6. CONCLUSÃO	50
7. REFERÊNCIAS.....	51

1. INTRODUÇÃO

A Amazônia é o maior bioma de florestas úmidas do mundo, abrigando cerca de 50% da biodiversidade mundial e o maior manancial de água doce do mundo, o qual representa um quinto das reservas mundiais. Além disso, estima-se que é a maior reserva de madeira tropical do mundo, e possui imensa riqueza de produtos madeireiros e não madeiros. (BRASIL, 2017).

A intensa ocupação da Amazônia se deu no início da década de 1970, induzida por políticas governamentais e subsídios. O resultado foi um aumento significativo das taxas de desmatamento, fator esse que é bastante complexo e não pode ser atribuído a uma causa isolada. Ainda que não seja possível delimitar o impacto de maneira individual, a extração de madeira funciona como porta de entrada para a modificação da cobertura vegetal, que juntamente com pecuaristas contribui para a entrada de pequenos colonos em áreas florestais, que utilizam a atividade madeireira para o financiamento da expansão agrícola (KAIMOWITZ & ANGELSEN, 1998; ALENCAR et al, 2004).

Na década de 80 houve a continuidade dos incentivos fiscais fornecidos a empreendimentos privados na Amazônia na forma de crédito rural, programas oficiais de colonização agrícola, bem como investimentos em infraestrutura, os quais atraíram empreendedores e migrantes em busca de terras na região, sendo consideradas possíveis variáveis explicativas para o contínuo e crescente desmatamento da área (ALDRICH, 2006).

Já na década de 90, alguns dos fatores observados nos anos anteriores diminuiram ou foram eliminados, mas não se constatou diminuição nas taxas de desmatamento, indicando a presença de outras forças subjacentes (RODRIGUES, 2004).

O avanço do desmatamento nessa área está ligado a pressão econômica e demográficas devido a agricultura de grãos, pecuária bovina, extração de madeira,

distância das rodovias, expansão das cidades e aumento populacional (CATTANEO, 2005; MIRAGAYA, 2008; MATRICARDI et al., 2010; GODAR, 2012).

A dinâmica do desmatamento na região amazônica muda conforme o estado, variando de acordo com a localização, grau de consolidação da fronteira agrícola e do tipo de vegetação (se há ou não madeiras comerciais). As novas aberturas na floresta, inicialmente, são derivadas da junção entre madeireiros e trabalhadores rurais sem terras. Os exploradores utilizam dessa mão-de-obra em locais onde a madeira é abundante, as terras não têm donos e a fiscalização é inexistente (MARGULIS, 2001).

O crescimento do rebanho bovino na Amazônia Legal foi expressivo ao longo dos anos, acompanhando a demanda interna e externa de carne bovina. O mesmo ocorreu com a soja, representando um acréscimo considerável nas atividades agrícolas da região. A modernização da produção de soja permitiu o avanço da agricultura mecanizada e um grande crescimento econômico nacional (RIVERO, 2009; ALVES, 2009).

Grande parte do desflorestamento da Amazônia ocorreu nas proximidades das principais estradas que cortam a região, cerca de 90% do desmatamento registrado ocorreu em um raio de 100 km das grandes rodovias. A construção e reforma de rodovias na Amazônia resultam em um padrão de desmatamento que se alastra para além das vias de acesso e representam significativa ameaça a áreas protegidas (ALVES, 2002; BARBER et al., 2014).

O lema do governo militar (1964 – 1985) para a Amazônia brasileira era “ocupar para não entregar” e o principal meio escolhido para essa demarcação de território foi a abertura de estradas na região. Desde então, as rodovias têm participação considerável na perda da cobertura florestal. Um exemplo é a rodovia BR – 163, criada na década de 1970 para integrar o país, cortando a região central da Amazônia (RAISG, 2012).

A associação entre as estradas e o desmatamento pode ser vista nitidamente no chamado “arco do desmatamento”, onde estão localizadas as rodovias Belém - Brasília (BR – 153), Cuiabá - Santarém (BR – 163) e Cuiabá - Porto Velho (BR – 364) (RAISG, 2012).

A abertura de estradas e rodovias causa impactos irreversíveis as florestas. A utilização da justificativa de que novas rodovias, no geral, impulsionarão o crescimento econômico de região pode ser contestada com o fato de que o escoamento da produção pelo transporte rodoviário custa cerca de 50% a mais, em alguns casos, do que modelos como ferroviário ou hidroviário, como é o caso da reabertura da BR – 319, que liga Porto Velho a Manaus (BERNARD et al., 2009).

Dado a importância da floresta amazônica e o ritmo acelerado de sua derrubada é necessário a determinação dos principais vetores do desmatamento, bem como sua dinâmica afim de possibilitar a adoção de um desenvolvimento efetivamente sustentável na região.

2. OBJETIVO

2.1. Objetivo geral

O presente trabalho tem como principal objetivo identificar os principais fatores socioeconômicos que influenciam o desmatamento na Amazônia Legal brasileira, assim como estimar como essas variáveis atuam no processo de perda da cobertura vegetal, no período compreendido entre os anos de 2000 e 2019.

2.2. Objetivo específico

Como objetivos específicos temos:

- Identificar fatores socioeconômicos que determinam o desmatamento;
- Estimar a influência da atividade madeireira no desmatamento;
- Verificar a relação entre a exportação de madeira tropical e o desflorestamento;
- Identificar os fatores discriminantes do desmatamento.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. Floresta Amazônica

A Floresta Amazônica é conhecida por ser a maior reserva tropical do mundo, representando cerca de 12% do total de florestas. O bioma, presente em quase 50% do território nacional, é formado por uma diversidade de ecossistemas, vastos estoques de madeira comercial, carbono e produtos não madeireiros. Além disso, abriga a maior rede hidrográfica do mundo e concentra 15% das águas doces superficiais não congeladas do planeta. Se considerada a Amazônia Legal esta área é ainda maior, podendo chegar a quase 60% do Brasil, sendo delimitada em consonância ao Art. 2o da Lei Complementar n. 124, de 03.01.2007 (SNIF, 2021; IBGE 2020).

O Brasil é o país que possui a maior cobertura de floresta tropical do mundo, abrigando cerca de 12% da biodiversidade mundial. Grande parte dessa biodiversidade se encontra na Amazônia e é considerada fundamental para o desenvolvimento ecológico e humano, pois funciona como uma engrenagem para a manutenção a vida. O comprometimento de espécies de fauna e flora causa prejuízos ao equilíbrio do meio ambiente, podendo interferir na subsistência de espécies e alterações em cursos hídricos (DE SÁ et al, 2019).

A nível regional, o desflorestamento promove desequilíbrios ecossistêmicos como a redução das chuvas e da evapotranspiração, contaminação dos cursos hídricos, bem como a perda de biodiversidade, agravada em decorrência aos métodos utilizados na exploração florestal na área, resultando em perdas de fauna e flora, e alterações na produtividade dos solos (ROULET et al, 2000; MACHADO & AGUIAR, 2001).

Marcada por uma economia heterogênea de um território ocupado de forma desordenada e com graves distorções socioeconômicas e danos ambientais, o crescimento econômico da região amazônica ocasiona uma série de problemas, sendo o mais grave a remoção da cobertura vegetal (BRASIL, 2008).

Ainda que a Amazônia não seja considerada economicamente expressiva, quando comparada a outras regiões brasileiras, ela possui economia diversificada e tem uma

dinâmica diferenciada dos demais locais. No geral, as principais atividades econômicas da região da Amazônia Legal são o extrativismo vegetal, a pecuária, a agricultura e a mineração (PRATES, 2011).

Como se trata de uma área extensa, a Amazônia é detentora de uma das principais regiões produtoras de madeira tropical do mundo. As espécies nativas apresentam diversificado potencial para a utilização da indústria de diferentes formas, especialmente serrada, sendo a exploração e o processamento industrial considerados importantes atividades para a economia local (ABIMCI, 2016; PIOVESAN et al., 2013; DELMIRO et al., 2015).

A Amazônia brasileira é uma das principais regiões produtoras de madeira tropical no mundo ao lado da Indonésia e Malásia. Grande parte da madeira extraída é destinada ao mercado interno. A falta de conhecimento das espécies nativas faz com que cresça a procura desenfreada por espécies já consolidadas no mercado, resultando em drástica redução na densidade populacional dessas espécies (REIS, 2017).

Internacionalmente, a floresta atrai o interesse de países e organizações devido seu grande estoque de recursos naturais estratégicos, implicando em uma importância geopolítica global. No século XXI, a região amazônica passa a ser considerada como um dos espaços vitais, devida a riqueza de recursos naturais, de sua biodiversidade e de seus estoques minerais. A vasta presença desses recursos torna a Amazônia alvo do poder hegemônico de países que dependem do acesso a esses estoques (AMIN, 2015).

Há ainda uma preocupação mundial em relação as taxas de desmatamento da Amazônia brasileira motivada pelo destrutivo processo de ocupação e exploração, o qual coloca os benefícios econômicos acima dos sociais e ambientais (MARGULIS, 2003).

3.2. Desmatamento da Floresta Amazônica

A perda da vegetação nativa tem sido alvo de preocupações e discussões nas últimas décadas, não apenas na comunidade científica, mas da sociedade em geral, pois se trata de um dos principais problemas ambientais brasileiros da atualidade. Se antes o foco principal era a ameaça a megabiodiversidade do planeta, agora soma-se a ela as mudanças climáticas. Afinal, o processo do desmatamento é o principal foco brasileiro de contribuições as emissões de carbono (COUTINHO et al., 2013; SANT'ANNA & YOUNG, 2010).

O desmatamento pode ser definido como operação que tem como objetivo a supressão total da vegetação nativa original, remanescente ou regenerada, onde qualquer descaracterização que venha a suprimir a vegetação deve ser interpretada como desmatamento. O Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, considera desmatamento o processo iniciado com a floresta Amazônica intacta e termina com a conversão completa da floresta original em outras coberturas (IBAMA, 2003; INPE, 2014).

Os diferentes usos do solo evidenciam as relações socioeconômicas e o desflorestamento, sendo que o principal causador dessa mudança na paisagem é o homem. Logo, as mudanças no uso e ocupação do solo devem estar ligadas a fatores econômicos, sociais e políticos (ANGELO, 2008).

Em nível regional, o desmatamento provoca alterações ecossistêmicas como a redução das chuvas e da evapotranspiração, contaminação de cursos hídricos e perda de biodiversidade, bem como perda considerável de produtividade dos solos (ROULET et al, 2000; PORTELA & RADEMACHER, 2001; MACHADO & AGUIAR, 2001).

Ainda que exista extensas áreas intocadas, a perda da cobertura vegetal é dramática, especialmente no “arco do desmatamento”. A região é considerada crítica, pelo governo federal, para a preservação, combate e controle do desmatamento, estando diretamente associada a expansão da fronteira agrícola ((FEARNSIDE, 2005)

O arco do desmatamento se inicia no sul do Pará e termina no Acre, cortando o Tocantins, o Mato Grosso e Rondônia. Essa linha é a marca da expansão agrícola, iniciada pela exploração seletiva de madeira e incidência de queimadas, seguida pela conversão da vegetação nativa em pastos e plantações agrícolas. Sendo esse processo, na maioria dos casos, predatório, desordenado e ilegal (ARPA, 2010).

Por muito tempo, a ocupação da Amazônia brasileira limitou-se a região litorânea e as faixas de terras ribeirinhas dos principais rios navegáveis. No século XIX, houve o adentramento de territórios inexplorados para a coleta de borracha, mas teve pouco impacto sobre a cobertura vegetal e uso da terra. A partir dos anos 1970, a ocupação da floresta se tornou prioridade do governo federal, que passou a subsidiar atividades de agricultura e pecuária para a colonização das terras (ARAUJO & VIEIRA, 2019).

A exploração da Amazônia brasileira se intensificou durante a ditadura civil – militar (1964 - 1985) devido aos programas de ocupação de todo o território brasileiro, e tinha como real objetivo garantir a exploração pelo capital privado e estrangeiro. Para o desenvolvimento nacional, a exploração da região foi estruturada com foco na exportação de matérias primas, como minerais. Ao longo das décadas os ciclos econômicos, as oscilações nos preços das matérias-primas e a especulação fundiária provocaram altos e baixos na destruição da floresta (ITPS, 2019; FEARNSSIDE, 2017).

A redução das taxas de desmatamento na região amazônica entre 2005 e 2013, se deve a implementação e aperfeiçoamento do Plano de Combate e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal (PPCDAm). O plano foi lançado em 2004 pelo Governo Federal visando a redução dos índices de desmatamento da Amazônia Legal e era executado em diferentes fases, com medidas que incluíram monitoramento e fiscalização do desmatamento, combate à grilagem, criação de unidades de conservação, demarcação de terras indígenas e corte de subsídios de produtores que não respeitavam as normas ambientais (MELLO; ARTAXO, 2017).

Ainda que o PPCDAm tenha sido importante para a redução do desmatamento na Amazônia nesse período, grande parte da diminuição do desmatamento entre 2004 e 2012 pode ser atribuído a forças de mercado. A queda do preço de produtos como a soja e a carne bovina juntamente com o aumento do valor da moeda brasileira tornou as exportações menos rentáveis para os latifundiários (FEARNSSIDE, 2017).

A partir de 2008, o Banco Central do Brasil passou subsidiar crédito para a agricultores e pecuaristas desde que não houvesse multas pendentes por desmatamento ilegal. Além disso, foi criado o Fundo Amazônia, com o objetivo de obter recursos para o combate ao desflorestamento ilegal e promoção da conservação e o uso sustentável. Foi ainda aprovada a Lei Nacional de Mudanças Climáticas, onde o Brasil se comprometeu a reduzir as emissões de gases de efeito estufa até 2022 (FEARNSIDE, 2020; LEMOS; SILVA, 2011; BOUCHARDET et al., 2017).

Em 2012 foi assinado um Novo código Florestal que introduziu novas medidas para a criação de incentivos para o cumprimento da legislação, visando estimular o desenvolvimento da agricultura e pecuária em conformidade com a lei. Entrando em conformidade com o momento atual, pois nos últimos anos, a expansão da fronteira passou a ser promovida por recursos próprios de madeireiras, grandes pecuaristas e agricultores já instalados na região, e não mais um processo subsidiado pelo governo, como foi na década de 1970. Além disso, os empreendimentos estão localizados nas proximidades de estradas pré-existentes, enquanto anteriormente se localizavam junto às duas grandes vias de acesso terrestre, a rodovia Belém-Brasília e a rodovia Brasília-Cuiabá (SOARES FILHO, 2014; BURGESS, 2012).

Em 2009, como parte das medidas estabelecidas para a redução de emissões de gases de efeito estufa, com a Política Nacional de Mudanças Climáticas (PNMC) o Brasil se comprometeu em reduzir em 80% as taxas de desmatamento até 2020. No entanto, desde de 2013, as taxas oficiais de desmatamento foram crescentes, só em 2019, foram perdidos cerca de mais de 10 mil km² de floresta nativa, um aumento de 34% em relação a 2018 (BRASIL, 2018; MMA, 2020).

As altas taxas de desmatamento são claramente superiores a meta estabelecida de 3.925 km² estabelecido no PNMC, mostrando que o Brasil falhou na intenção de reduzir em 80% o desmatamento. Esse aumento do desflorestamento pode ser atribuído a uma série de fatores como mudanças no Código Florestal Brasileiro, enfraquecimento da fiscalização e perda da eficiência do PPCDAm (MMA, 2020; BARLOW et al., 2020; BRANCALION, 2016).

3.3. Determinantes do Desmatamento

O desmatamento na Amazônia pode ser atribuído a diversos fatores, que contribuem em menor ou maior intensidade para a perda da vegetação nativa, sejam ambientais, sociais ou econômicos (ALENCAR et al., 2004).

A Amazônia vem sofrendo cada vez mais às pressões econômicas e demográficas. O desmatamento na região foi fortemente induzido por incentivos fiscais entre a década de 1970 e 1980, assim como outros incentivos como créditos com taxas bem abaixo da inflação. A recessão econômica que o Brasil enfrentou pode ser utilizada como justificativa para a diminuição dos índices do desmatamento entre 1987 e 1991, pois os fazendeiros não tinham capacidade de expandir suas áreas e o governo não tinha recursos para financiar obras de infraestrutura (FEARNSIDE, 2020).

Os principais vetores diretos do desmatamento na Amazônia Legal são as atividades pecuárias, produção de soja, investimentos em infraestrutura e a grilagem de terras. Ainda que a extração madeireira não acarrete na mudança imediata do solo, é um importante elemento para a degradação da floresta exercendo pressão sobre unidades de conservação, terras indígenas e propriedades particulares, além de apresentar significativa contribuição, pois serve como porta de entrada para outros empreendimentos como criação de gado ou plantações agrícolas (DAVIDSON, 2012; BARROSO; MELLO, 2020).

As obras de infraestrutura apresentam importante papel para perda da floresta, especialmente as estradas. As vias de acesso predizem, favorecem e aceleram o processo de desmatamento, pois sua presença funciona como incentivo para a intensificação e expansão de assentamentos humanos, atividades agropecuárias, extração madeireira, mineração, entre outros. A proporção do desmatamento em função a distância das estradas, normalmente, exhibe padrões exponenciais, tendo maior proporção próximo as estradas, como pode ser observado na Figura 1 (RAISG, 2012; FERREIRA et al., 2005).

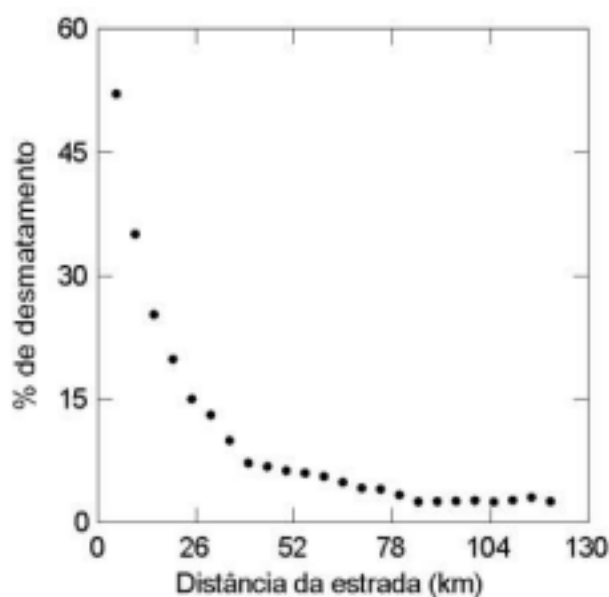


Figura 1. Proporção do desmatamento em função da distância da estrada na Amazônia Legal. Fonte: Ferreira, 2005.

Os agentes e as forças que impulsionam o desmatamento variam de acordo com a região e ao longo do tempo. No geral, a perda da floresta está atrelada aos grandes e médios fazendeiros, mas os pequenos agricultores também podem ser importantes forças nos lugares onde estão concentrados (FEARNISIDE, 2006).

O processo de ocupação da Amazônia começa com a extração predatória de madeira, que tem como foco a derrubada de árvores comerciais. As estradas para a extração, principalmente de mogno, seguem as rodovias, que tornam acessível os lucros com a extração madeireira e as plantações e criações das fazendas. (FEARNISIDE, 2020).

A retirada seletiva de árvores permite a passagem de luz solar, secando a vegetação e deixando-a propícia há queimadas naturais ou criminosas. O fogo pode ser causa ou consequência do desmatamento, podendo ser utilizado para desfazer a vegetação e permitir o uso da área ou como consequência das perturbações geradas a floresta (ROCHA, 2017; WALLACE, 2019).

A exploração madeireira na Amazônia é, no geral, feita ilegalmente. Entre agosto de 2009 e julho de 2010 foi explorada uma área de 1.205 km², sendo que 65% foi feita

de forma ilegal. Essa exploração não legalizada ocorreu, em sua maioria (84%) em áreas privadas, desocupadas ou em disputa (RAISG, 2012).

A exploração e o comércio ilegal de madeira da floresta amazônica compete diretamente com a madeira extraída através de planos de manejo sustentável. Com preço menor que o da madeira legal, sua comercialização atrasa e dificulta possíveis investimentos em planos de manejo (ANGELO et al., 2014).

No entanto, o manejo florestal sustentável na Amazônia brasileira vem apresentando progressos, com reduções nas taxas de desmatamento entre 2008 e 2018 e praticamente dobrou as áreas de florestas nativas certificadas no Brasil entre 2005 e 2015. O planejamento e utilização de técnicas adequadas são consideradas boas alternativas para a contínua produção e redução do desperdício de madeira, resultando em uma diminuição do desmatamento e conservação da biodiversidade da região (INPE, 2021; ITTO, 2015; ANGELO et al., 2014).

O manejo florestal é uma boa alternativa para a retirada de madeira nativa da floresta, que garante a contínua produção e a redução do desperdício de madeira, além de assegurar a procedência dos produtos florestais, os valorizando de acordo com as diretrizes do mercado mundial (ANGELO et al., 2014).

Após a retirada seletiva de árvores, supressão e queima da vegetação remanescente, as áreas públicas são transformadas em pastos e plantações. Segundo dados do Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia (IPAM, 2019), 30% de desmatamento ocorrido entre 1º de janeiro e 20 de agosto de 2019 decorreu da grilagem de terras (BARROSO; MELLO, 2020).

A área utilizada para agricultura representa menos de 7% do total da área agropecuária. Em sua maioria, as áreas estão cobertas por pastagens formadas em diversas modalidades, com taxa de lotação entre 0,4 e 5 animais por hectare, numa média de aproximadamente 0,9 (RAISG, 2012).

Entre 1985 e 2018 cerca de 65 milhões de hectares de floresta nativa da área da Amazônia legal foram convertidos em pastagens ou terras agrícolas. No mesmo período, a produção anual da soja aumentou de 1,7 toneladas para 40 milhões de

toneladas, enquanto o gado aumentou de 15 para 85 milhões de animais (MAPBIOMAS, 2019; IBGE, 2018).

Além disso, o desmatamento está ligado, também, a fatores políticos e econômicos. A abertura de novos mercados internacionais proporcionou um aumento nas exportações de carne brasileira até 2016. Mas, em 2017 houveram escândalos envolvendo o produto impedindo sua exportação, o que culminou na queda da lucratividade fazendo com que pecuaristas vendessem suas terras e passassem a investir no desmatamento de zonas florestais onde a terra é barata, em regiões mais remotas da Amazônia (FEARNISIDE, 2020).

Sabe-se que quanto maiores forem os preços agrícolas, maior é o estímulo ao desmatamento devido à maior demanda por terra agrícola. O uso do solo, basicamente para agricultura e pecuária, depende dos preços relativos entre os produtos agrícolas e pecuários (SILVA, 2006).

O Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis – IBAMA, é um dos principais responsáveis pela aplicação da legislação ambiental brasileira, que em casos de desmatamento ilegal pode embargar a área ou multar o proprietário. O embargo é uma medida administrativa que tem como objetivo impedir o uso da terra em atividades produtivas em terras desmatadas ilegalmente (MORAES et al., 2018; BRASIL, 2008)

No entanto, em um dos poucos estudos desenvolvidos sobre esse tema foram considerados 144 áreas embargadas em quatro municípios do estado do Pará, por Moraes et al (2018) das quais 60% são utilizadas para pasto, 10% agricultura e 30% em regeneração natural. No estudo realizado por Da Silva et al (2022), entre 2017 e 2019, 73% das áreas embargadas estavam localizadas no arco do desmatamento distribuídas entre os estados com as maiores taxas de desflorestamento (Mato Grosso, Pará e Rondônia), onde mais de 85% das áreas embargadas apresentaram outro tipo de cobertura florestal, como agricultura e agropecuária.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Área de estudo

Este estudo foi realizado na Amazônia Legal Brasileira (Figura 2), a qual conta com cerca de 5,1 milhões de km² distribuídos nos estados Pará, Amazonas, Maranhão, Tocantins, Mato Grosso, Acre, Amapá, Rondônia e Roraima. Além disso, mais de 11 mil km são de fronteiras internacionais e cerca de 1.480 km de costa marítima.

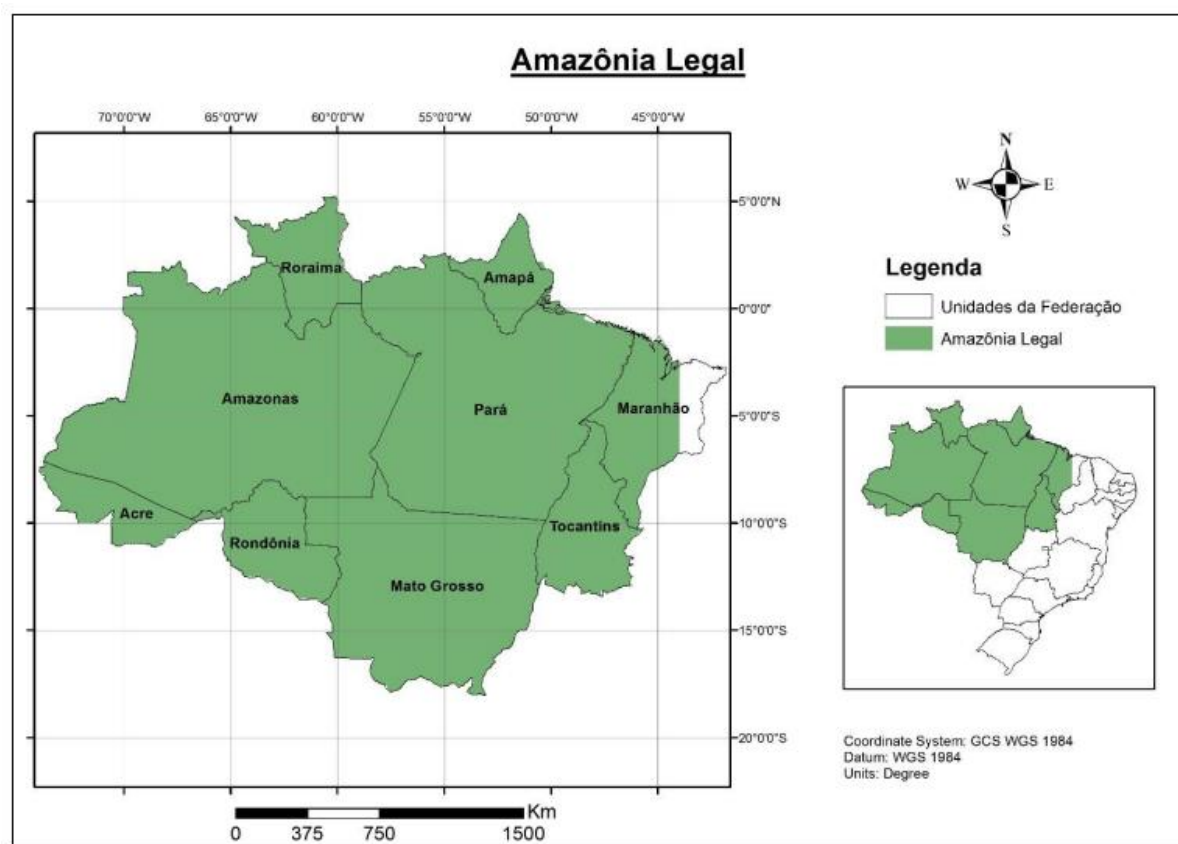


Figura 2. Localização da área de estudo Fonte: IBAMA-SISCOM

A Amazônia Legal foi instituída pela Lei 1.806, de 06/01/1953, com o objetivo de definir a delimitação geopolítica com fins de aplicação de políticas de soberania territorial e econômica para a promoção e planejamento de seu desenvolvimento.

A cobertura vegetal da região é dominada pelos biomas Cerrado e Amazônia, onde o segundo ocupa uma área de cerca de 4,2 milhões de km², o que equivale a 80% da área. Grande parte da superfície da região amazônica é coberta por florestas densas e abertas, mas possui grande diversidade de ecossistemas, como florestas de igapó, várzeas, campos alagados, savanas, campinaranas e florestas estacionais (BRASIL, 2008; MMA,2009).

Da superfície florestal da região, cerca de 47% é coberta por florestas ombrófilas densas e entorno de 23% ocupada por florestas ombrófilas abertas. As savanas apresentam participação significativa de cerca de 8,3% do território, enquanto as campinaranas, floresta estacional e vegetação com influência marinha, fluvial ou lacustre somam, juntas, cerca de 4,5% da cobertura vegetal do bioma (MMA,2009).

A região conta com a presença da mais extensa rede hidrográfica do mundo que ocupa uma área em torno de 6 milhões de km², sendo que 63% está em território brasileiro. A contribuição média da bacia do rio Amazonas, para o Brasil, é da ordem de 133.000 m³/s, o que significa cerca de 73% do total do país (BRASIL, 2008).

Localizada na zona tropical, a Amazônia apresenta temperaturas relativamente uniformes, alta pluviosidade e umidade. Sendo considerada a maior área de floresta tropical úmida do mundo, a Amazônia exerce papel importante na reciclagem de humidade da biosfera, e o desequilíbrio desse ecossistema acarreta graves consequências em escala, não apenas local, mas global (SANTOS, 2010).

A Amazônia apresenta grande diversidade topográfica, variando entre as maiores do país a grandes planícies, assim como diferentes tipos de relevo, que incluem planícies de inundação, depressões e bacias sedimentares (BRASIL, 2008).

Cerca de 40% do território apresenta geológica do pré-cambriano, onde são encontrados vastos depósitos minerais de ferro, manganês, alumínio, cobre, zinco, níquel, zircônio, terras-raras, urânio e diamante (BRASIL, 2008).

4.2. Variáveis estudadas

Foram utilizados dados que compreendem o período entre 2000 e 2019, sendo encontrados em bases de dados disponíveis na internet. As fontes dos dados foram: INPE – Instituto Nacional de Pesquisas espaciais; IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística; COMEX STAT do Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços; e ITTO – International Tropical Timbres Organizations.

As variáveis estudadas foram: desmatamento na Amazônia Legal Brasileira, exportações brasileiras de madeira em toras e serrada, extração de madeira tropical, área agrícola, efetivo do rebanho bovino, Produto Interno Bruto, população da região norte, preço do boi gordo, crédito rural, malha viária na Amazônia legal, volume e valor das exportações agrícolas (Tabela 1).

Tabela 1. Variáveis estudadas.

Variáveis	Sigla	Unidade de medida
Desmatamento	DT	km ²
Exportação de Madeira em Toras	EMT	1.000 m ³
Exportação de Madeira Serrada	EMS	1.000 m ³
Extração madeireira	EM	1.000 m ³
Produto Interno Bruto	PIB	R\$
População	POP	pessoa
Área Agrícola	AA	hectare
Preço do Boi Gordo	PB	arroba
Efetivo Bovino	EB	cabeça
Malha viária	MV	km
Crédito Rural	CR	R\$
Volume das Exportações Agrícolas	VolEA	tonelada
Valor das Exportações Agrícolas	ValEA	R\$

Todas as series monetárias utilizadas estão em reais e foram deflacionadas, para que não ocorressem distorções nos resultados das análises. Os valores foram

deflacionados com base no Índice Geral de Preços – disponibilidade interna (IGP – DI), mantido pela Fundação Getúlio Vargas.

As variáveis estudadas podem ser caracterizadas da seguinte forma:

- a. Desmatamento: foram utilizados dados fornecidos pelo INPE. O monitoramento do desmatamento por corte raso é feito pelo PRODES desde de 1988, onde as taxas anuais de desmatamento são estimadas a partir dos incrementos de desmatamento identificados em cada imagem satélite que cobre a Amazônia legal.

O PRODES utiliza imagens de satélites da classe LANDSAT em uma combinação que busca minimizar o problema da cobertura de nuvens e garantir critérios de interoperabilidade. Atualmente as imagens mais utilizadas são do LANDSAT 8/OLI e IRS-2.

Foram utilizados dados anuais de desmatamento dos estados pertencentes a Amazônia legal no período compreendido entre 2000 e 2019.

- b. Exportação de madeira em toras: foram utilizados os dados fornecidos pela International Tropical Timber Organization (ITTO). Esses dados são coletados através do Questionário Conjunto do Setor Florestal em parceria com o Eurostat, o Departamento Florestal da FAO e a Seção de Madeira da UNECE. A ITTO é uma organização intergovernamental que agrupa países consumidores e produtores de produtos primários de madeira tropical. O Brasil faz parte do Acordo Internacional sobre Madeiras Tropicais (ITTA), tratado internacional o qual a ITTO opera desde 2011.

Foram utilizados dados anuais de exportações brasileiras de Não Coníferas Tropicais em toras em 1000 m³, no período compreendido entre 2000 e 2019.

- c. Exportação de madeira serrada: os dados de madeira serrada foram retirados do banco de dados da ITTO, da mesma forma do de exportação de madeira em toras. Também foram utilizados dados anuais de exportações brasileiras de Não Coníferas Tropicais serrada em 1000 m³, no período compreendido entre 2000 e 2019.

- d. Extração madeireira: dados da produção de madeira tropical em toras e serrada adquiridos no banco da FAO, com volumes anuais de madeira calculados em m³, produzido na Amazônia Legal Brasileira.
- e. PIB: o Produto Interno Brutos representa a soma monetária de todos os bens e serviços finais produzidos em determinada região em determinado período de tempo. Sendo um indicador macroeconômico, ele quantifica a atividade econômica da região.
Foram utilizados dados fornecidos pela IBGE para os estados pertencentes a área da Amazônia Legal. Os dados selecionados foram anuais e estavam em reais, sendo deflacionados com base no Índice Geral de Preços – disponibilidade interna (IGP – DI), mantido pela Fundação Getúlio Vargas para que não houvessem distorção nos resultados.
- f. População: foram utilizados os dados da população residente nos estados que compõe a Amazônia legal, obtidos por meio de censos realizados pelo IBGE.
- g. Área agrícola: valores referentes a áreas ocupadas por lavouras permanentes e temporárias na Amazônia brasileira. Foram utilizados dados fornecidos pelo IBGE.
- h. Preço do boi gordo: série histórica do preço médio anual que o boi gordo foi comercializado em território brasileiro. Os valores foram deflacionados com base no Índice Geral de Preços – disponibilidade interna (IGP – DI), mantido pela Fundação Getúlio Vargas para que não houvessem distorção nos resultados
- i. Efetivo bovino: número de cabeças de gado criados em estabelecimentos rurais dos estados constituintes da Amazônia Legal. Dados anuais retirados do IPEA e IBGE.
- j. Malha viária: correspondem a extensão total de estradas pavimentadas e não pavimentadas da região estuda. Os dados, mensurados em km², foram

adquiridos junto ao Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT).

- k. Crédito rural: consiste na soma de valores das linhas de investimento e custeio de agricultura (familiar e comercial) e pecuária; é o volume total do crédito rural em reais, fornecido pelo governo como forma de investimento e subsídios para a região. Foram utilizados dados fornecidos pelo Banco Central do Brasil por meio do anuário estatístico do crédito rural.
- l. Volume das exportações agrícolas: referente a quantidade de produtos agrícolas exportados que tiveram origem nos estados da área estudada. Foram utilizados dados anuais dos estados que fazem parte da Amazônia legal, fornecidos pelo Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços.
- m. Valor das exportações agrícolas: refere-se ao valor das exportações de produtos agrícolas advindos das áreas que fazem parte da Amazônia legal. Foram utilizados dados anuais dos estados que fazem parte região estudada, fornecidos pelo Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços em reais. Os valores foram deflacionados com base no Índice Geral de Preços – disponibilidade interna (IGP – DI), mantido pela Fundação Getúlio Vargas para que não houvessem distorção nos resultados

4.3. Métodos de análise

4.3.1. Análise de Componentes Principais

A Análise de Componentes Principais (PCA) foi realizada para melhor compreensão da relação entre as variáveis, pois está relacionada a explicação da estrutura de covariância por meio de poucas combinações lineares das variáveis originais. Os objetivos principais da análise são: redução da dimensão original e facilitação da interpretação das análises realizadas (FERREIRA, 1996).

A PCA consiste em um modelo fatorial no qual os fatores são baseados na variância total. É um dos métodos multivariados mais simples, que tem por objetivo a

análise de variáveis para encontrar combinações entre elas e produzir índices que não sejam correlacionados com sua ordem de importância e descrevam a variação nos dados. A ausência de correlação indica que os dados estão sendo medidos em diferentes dimensões. (DE ARAUJO & COELHO, 2009).

4.3.2. Análise de correlação

A análise de correlação utilizada mede a relação entre duas ou mais variáveis, a partir do grau de associação entre elas (GUJARATI, 2011). A análise foi realizada para saber a associação do desmatamento e os demais fatores.

Correlação é a medida de associações entre duas ou mais variáveis, estimando a associação entre uma variável e as demais e suas inter-relações. Nessa análise, as duas variáveis são tratadas simetricamente, não havendo distinção entre dependente e explicativa (VICINI, 2005).

Quando temos uma correlação negativa, significa que em medida que x cresce y decresce. O contrário ocorre em uma correlação positiva, onde a medida que x cresce y também cresce. Quanto mais próximo de 1 (negativo ou positivo) mais forte é a associação linear entre as variáveis (VICINI, 2005).

4.3.3. Análise de Cluster

Foi feita uma análise de agrupamento (*cluster*). Técnica estatística utilizada para classificar elementos em grupos com base em suas similaridades e diferenças características que os itens possuem (CORRAR; PAULO E DIAS FILHO, 2009). Foi utilizado o método de agrupamento de Ward utilizando-se a distância euclidiana ao quadrado como medida de similaridade.

O método de Ward é hierárquico e se inicia com cada estação em um grupo e à medida que se integra passa a ligar os grupos mais semelhantes. Os agrupamentos podem ser baseados em diferentes princípios, como a mínima distância entre os

grupos e menor distância máxima entre os grupos. Uma das principais vantagens do método de Ward é que a junção é feita com base no mínimo incremento de variância, logo minimiza a distância média entre as series históricas dos pontos (DE MATTOS et al., 2018).

4.3.4. Análise discriminante

A análise discriminante é uma técnica estatística que auxilia na identificação das variáveis que diferenciam os grupos e quantas dessas variáveis são necessárias para a obtenção da melhor classificação dos indivíduos em determinada população (CORRAR, 2009). Essa técnica busca encontrar uma variável independente que seja capaz de explicar, da melhor forma possível, as diferenças entre os grupos. A função pode ser descrita da seguinte forma:

$$Z_{jk} = a + W_1X_{1k} + W_2X_{2k} + \dots + W_nX_{nk} \quad (1)$$

Onde:

Z_{jk} = escore discriminante da função j para o objeto k ;

a = intercepto;

W_n = coeficiente discriminante para a variável independente i ;

X_{nk} = variável independente i para o objeto k .

O escore presente na equação da função fornece uma maneira direta para a comparação das observações em cada função. A função discriminante pode ser expressa com pesos e valores, padronizados ou não, sendo a versão padronizada mais útil para a interpretação (HAIR, 2009).

Assim como nas demais análises, a variável dependente é o desmatamento e as outras variáveis utilizadas são independentes. Dentre os métodos existentes para encontrar a variável resposta, foi utilizado o *stepwise* por ser um dos mais recomendáveis.

A análise discriminante com o método do Lambda (Λ) de Wilks foi utilizada para identificar as variáveis que permitem discriminar os grupos. Nesse método, as variáveis são inseridas ou removidas de acordo com a influência exercida no valor de Λ . As variáveis incluídas maximizam as diferenças entre os grupos e as minimizam dentro dos grupos. Após calculado o Λ e feita sua aproximação a distribuição F- Qui-quadrado, é possível definir a probabilidade de significância mínima, para que as variáveis possam ser inseridas ou excluídas da análise (MAROCO, 2007).

Para a definição do valor de F utiliza-se a seguinte expressão:

$$F = \left(\frac{n-g-p}{g-1} \right) \left(\frac{1 - \frac{\Lambda_{p+1}}{\Lambda_p}}{\frac{\Lambda_{p+1}}{\Lambda_p}} \right) \quad (2)$$

Onde:

n = dimensão global da amostra

g = número de grupos

p = número de variáveis independentes

Λ_{p+1} = valor do lambda de Wilks após inserção ou remoção da variável

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Componentes Principais

A Tabela 2 apresenta a matriz de autovalores e autovetores para os três primeiros componentes, que juntos apresentam mais de 84% da variância total e podem ser analisados separadamente.

Tabela 2. Resultado da análise de componentes principais.

Variáveis	CP ₁	CP ₂	CP ₃
Desmatamento	0,811	0,111	0,404
Área agrícola	0,874	0,224	0,315
Crédito rural	0,786	0,154	0,081
Efetivo bovino	0,831	-0,434	0,084
Exportação de madeira serrada	0,813	-0,300	0,387
Exportação de madeira em toras	-0,242	0,733	0,577
Extração madeireira	0,922	-0,214	-0,046
Malha viária	0,503	-0,671	0,119
PIB	0,967	-0,066	-0,208
População	0,980	-0,028	0,117
Preço do boi	0,563	0,317	-0,365
Volume das exportações agrícolas	-0,211	0,858	-0,243
Valor das exportações agrícolas	0,956	-0,055	0,243
Autovalor acumulado	7,722	2,241	1,083
% Total da Variância	59,402%	17,238%	8,330%
% cumulativa	59,402%	76,640%	84,969

Onde: CP₁ = Componente Principal 1; CP₂ = Componente Principal 2; CP₃ = Componente Principal 3;

De acordo com a Tabela 2, o CP₁ determina uma relação direta entre o desmatamento e as variáveis área agrícola, crédito rural, efetivo bovino, exportação de madeira serrada, extração madeireira, PIB, população e valor das exportações agrícolas. Os maiores pesos associados a perda da floresta são a extração madeireira, PIB, população e valor das exportações agrícolas.

A Tabela 2 mostra que o primeiro autovalor corresponde a 7,72 e explica 59,40% da variância total. No segundo componente, que contribui com 17,23% da variância total, destacam as variáveis de volume das exportações agrícolas e exportação de madeira em toas. Os componentes 1 e 2, juntos explicam mais de 76% da variância total.

O terceiro componente corresponde a cerca de 8% da variância total, mas não demonstrou valores para os parâmetros associados as variáveis estudadas.

De acordo com os resultados da Tabela 2, é possível considerar que as principais causas do desmatamento na região amazônica são atividades florestais, agrícolas, pecuárias e crescimento populacional e econômico, o que representa mais de 80% do desmatamento.

Os resultados são compatíveis com a ordem de ocupação da terra, sendo iniciada pela extração de madeiras comerciais e seguida da ocupação da terra por culturas agrícolas e pecuárias, que ocorrem concomitantemente com a ocupação de assentamentos humanos.

5.2. Correlação

De acordo com a Tabela 3, o desmatamento apresenta forte correlação as variáveis madeireiras. Além de estar diretamente ligado às áreas agrícolas, efetivo bovino, PIB e população.

A ligação com a exportação de madeira serrada é bem mais significativa do que a de madeira em toras, o que se justifica devido ao Artigo 6º da Instrução Normativa nº15 de 6 de dezembro de 2011, a qual proíbe a exportação de madeira *in natura*, sendo permitido apenas em casos de madeira advinda de florestas plantadas ou de nativas a partir de manejo florestal sustentável.

Ao contrário do resto do mundo, a produção madeireira do país foi crescente entre 2000 e 2013, estando em queda apenas no período de crise entre 2007 e 2009 (KLOCZKO et al, 2017). No entanto, vem sendo alterada dada uma série de fatores estruturais do país e a fiscalização do desmatamento e extração de madeira ilegal na Amazônia, especialmente com a implementação do Plano de Combate ao Desmatamento entre 2005 e 2006 levando ao confisco de cerca de 200 mil metros cúbicos de madeira por ano. Além disso, nos últimos anos houve uma substituição da madeira tropical por produtos concorrentes (SFB; IMAZON, 2010).

A baixa correlação com a exportação de madeira em toras evidencia que o Brasil processa grande parte da madeira tropical, ou seja, a produção da madeira em toras é voltada, em sua maioria, para o mercado interno brasileiro. A madeira serrada proveniente da Amazônia, no geral, é comercializada em grandes centros da indústria com destinação, sobretudo, para a construção civil e indústria de moveis (PEREIRA et al., 2010).

A produção média anual brasileira de madeira tropical em toras entre 2014 e 2018 foi de 29,2 milhões de metros cúbicos por ano, de acordo com a ITTO (2019). Apenas 0,6% da madeira em tora produzida em 2017 foi exportada, reforçando que a madeira tropical extraída é processada no país (ITTO, 2019).

As indústrias que utilizam madeira em toras no Brasil podem ser divididas em integradas e não integradas. As empresas integradas são aquelas que possuem fonte de matéria-prima ou planos de manejo próprios. Enquanto as empresas não integradas, que correspondem a 90% das empresas do setor madeireiro e são caracterizadas como empresas pequenas e familiares, não atuam em todo o processo produtivo e restringem-se apenas a uma parte do processamento da madeira, ficando totalmente dependente das variações de preços de mercado. (ABIMCI, 2016).

Na Figura 2 é possível perceber a correlação existente entre o desmatamento e as exportações de madeira serrada. Após os altos índices registrados entre 2000 e 2008, entre 2009 e 2014 o desflorestamento estava estável. No entanto, a partir de 2005 as exportações continuaram altas e o desmatamento apresentou queda, o que indica que talvez as exportações apresentem maior correlação no início dos anos 2000 e sua influência tenha diminuído a partir de 2005.

Entre 2005 e 2015 as áreas de florestas naturais certificadas no Brasil dobraram, o que garantiu o manejo sustentável dessas áreas (ITTO, 2015). Segundo o PRODES, entre 2008 e 2018 as taxas de desmatamento caíram de 12 mil km² para 7 mil km² (INPE, 2020).

Ainda que apresente correlação significativa, a indústria madeireira não deve ser considerada a principal causa do aumento dos índices de desmatamento, pois este está, na maior parte dos casos, relacionado ao avanço da fronteira agrícola.

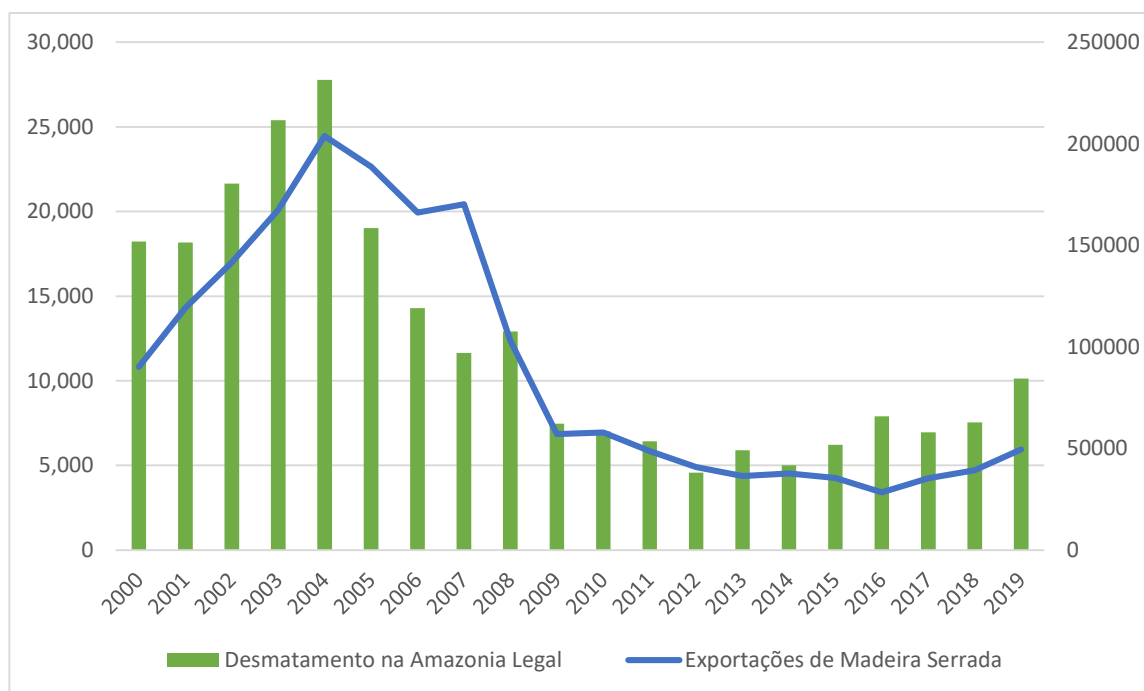


Figura 3. Desmatamento na Amazônia legal e as exportações de madeira serrada.

A correlação do desmatamento e da área agrícola indica que a expansão e intensificação da agropecuária extensiva, especialmente, de grãos como soja, milho e arroz, principalmente, nas áreas de cerrado da Amazônia Legal. Essas mudanças ocorridas no uso da terra influenciam, inclusive, na dinâmica econômica e demográfica da região, segundo o IBGE.

A alta correlação entre o desmatamento e o efetivo bovino mostra que a perda da floresta se dá para a ocupação da terra para atividades pecuárias, as quais apresentam processo produtivo simples e baixo valor de capital inicial necessário para a instalação.

Tabela 3. Análise de correlação

	DT	EMT	SEM	EM	PIB	Pop	AA	PB	EB	MV	CR	VolEA	ValEA
Desmatamento (DT)	1.000												
Exportação de Madeira em Toras (EMT)	0.073	1.000											
Exportação de Madeira Serrada (EMS)	0.859	-0.229	1.000										
Extração madeireira (EM)	0.692	-0.385	0.816	1.000									
PIB	0.884	0.053	-0.838	-0.861	1.000								
População (Pop)	0.761	0.278	-0.744	-0.911	0.933	1.000							
Área Agrícola (AA)	0.577	0.542	-0.671	-0.833	0.761	0.875	1.000						
Preço do Boi Gordo (PB)	0.388	0.195	-0.584	-0.503	0.555	0.456	0.458	1.000					
Efetivo Bovino (EB)	0.628	-0.100	-0.464	-0.675	0.828	0.865	0.628	0.313	1.000				
Malha viária (MV)	0.318	-0.259	-0.113	-0.308	0.480	0.486	0.292	0.266	0.696	1.000			
Crédito Rural (CR)	0.532	0.260	-0.565	-0.739	0.748	0.741	0.724	0.438	0.594	0.298	1.000		
Volume das Exportações Agrícolas (VolEA)	0.689	0.342	-0.669	-0.880	0.882	0.980	0.892	0.437	0.841	0.550	0.707	1.000	
Valor das Exportações Agrícolas (ValEA)	0.259	0.396	-0.109	0.017	-0.190	-0.245	-0.116	0.267	-0.487	-0.611	-0.002	-0.302	1.000

*valores significativos a 5% de probabilidade ($p < 0,05$).

A atividade pecuária tem se expandido durante a história recente de ocupação da região amazônica, estando presente tanto na fronteira mais antiga quanto nas zonas de expansão da ocupação da floresta. Essa expansão acompanha a demanda interna e externa de carne bovina, além de ser influenciada por fatores como redução nos custos de transporte, aumento da produtividade e ao reduzido valor do preço da terra nas áreas de expansão da Amazônia.

As variáveis de preço do boi, valor das exportações agrícolas, exportação de madeira em toras e malha viária não apresentaram valores significativos, não sendo considerados os principais indutores do desmatamento na região amazônica no período estudado.

A baixa correlação obtida para a malha viária pode ser justificada considerando que a consolidação das principais vias de acesso ocorreu no período anterior ao estudado. Além disso, os dados utilizados contabilizaram apenas estradas oficiais (pavimentadas ou não), não abrangendo aquelas abertas ilegalmente. Ademais, grande parte do desmatamento e extração madeireira ocorre cerca de rios navegáveis, sendo uma rota alternativa à rodoviária (PERES & TERBORGH, 1995; VERISSIMO et al., 1998).

De acordo com Barber et al (2014), cerca de 94% de todo desmatamento na Amazônia brasileira ocorreu em uma faixa de até 5,5km das estradas oficiais e clandestinas, e até 1,0 km de rios navegáveis. Cerca de 90% do desmatamento ocorre em um raio de cerca de 100 km das principais vias de acesso. Mas quando analisados um raio de 50 km o desflorestamento estimado em 63%, no raio de 100 km, cai para 40%, colocando a malha viária como fator secundário, sendo importante para o escoamento da produção da região.

5.3. Cluster

De acordo com a Figura 4, é possível perceber que as principais variáveis ligadas ao desmatamento são florestais, podendo ser consideradas causas primárias. As variáveis agrícolas podem ser consideradas causas secundárias, que ocorrem após

a remoção da cobertura vegetal e a extração das árvores de interesse comercial. Dessa forma, é possível dizer que a utilização de madeiras tropicais funciona como precursora do desmatamento, atuando como forma de entrada para a utilização da terra de outras formas.

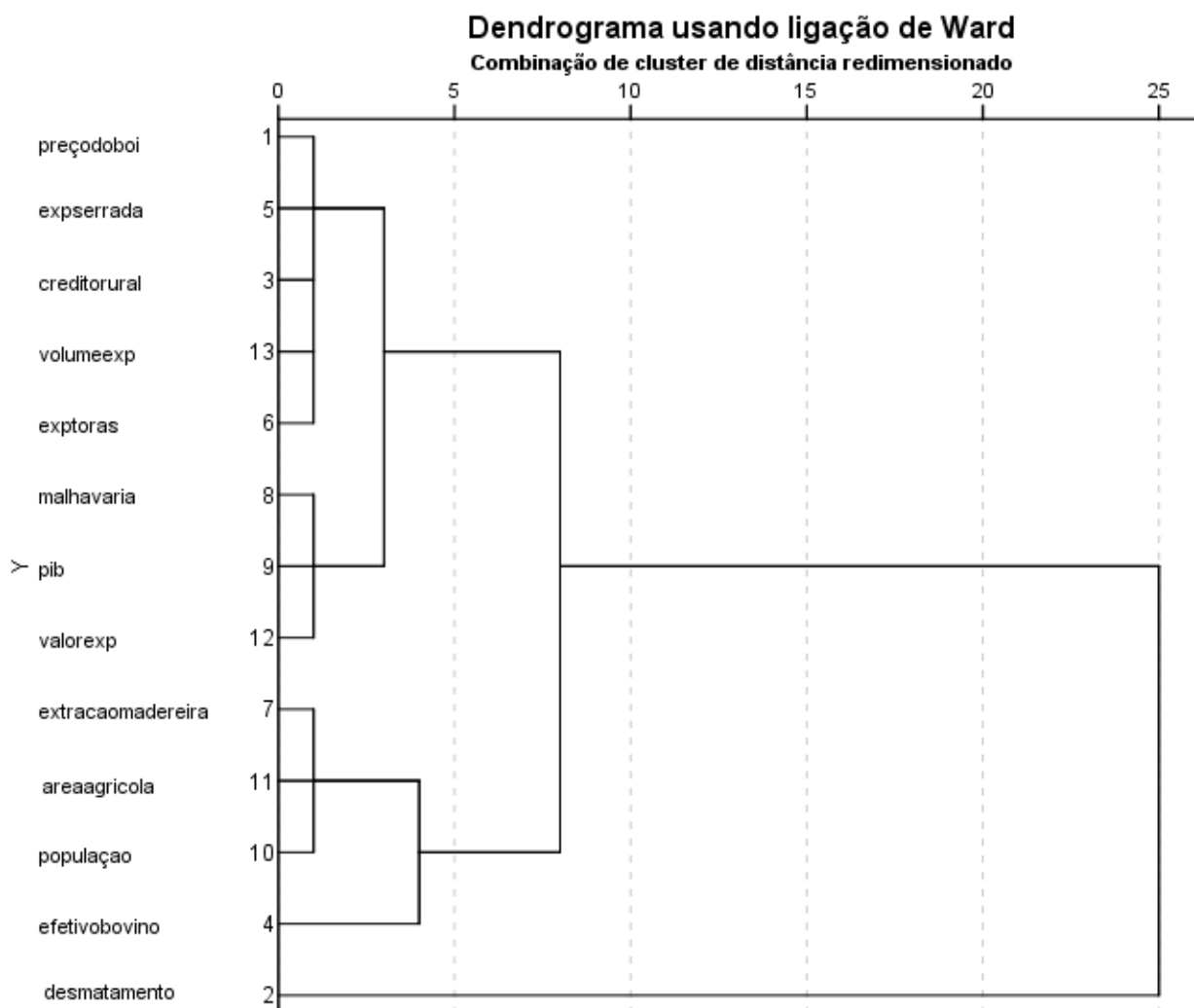


Figura 4. Análise de cluster: dendrograma usando a ligação de Ward.

As atividades agrícolas e pecuárias são os principais responsáveis pelo desmatamento na Amazônia, seguido pela população, exportação de madeira serrada e PIB, indicando que o crescimento demográfico e econômico são fatores que influenciam na perda da cobertura vegetal.

O dendrograma confirma que o desmatamento na Amazônia apresenta como percussores principais, a expansão agropecuária e a exploração madeireira, sendo

consideradas forças interligadas que pressionam a perda da floresta de maneira conjunta. Juntamente com esses fatores ocorre também a expansão demográfica, que vem acompanhada, conseqüentemente, do aumento de infraestrutura, principalmente estradas.

As estradas aceleram o processo de uso e transformação da Amazônia, pois são um incentivo para a intensificação e expansão de assentamentos humanos, atividades agropecuárias, extração madeireira, entre outras. Além disso, grande parte do desmatamento ocorre nas proximidades das estradas, apresentando padrões exponenciais em relação à distância (RAISG, 2012; FERREIRA et al., 2005).

5.4. Análise discriminante

Utilizando o teste de igualdade de médias de grupos foi possível fazer uma análise preliminar visando identificar quais as melhores variáveis discriminatórias para o grupo em estudo.

De acordo com o Lambda de Wilks, quanto menor a estatística da variável, melhor seu poder de discriminação dos grupos. Logo, de acordo com a Tabela 4, a extração madeireira, o PIB e a população são as que melhor podem discriminar desmatamento no período estudado, já que são as que apresentaram os menores valores da estatística de Wilks.

A mesma tabela ainda conta com um teste F-ANOVA, o qual auxilia na interpretação e análise do teste anterior. Neste teste há a confirmação de que as variáveis de extração madeireira, PIB e população estão realmente aptas a serem utilizadas, enquanto a variável “valor das exportações” é desconsiderada como possível candidata a ser incluída na função de discriminação.

Tabela 4. Teste de igualdade de médias de grupo

Variáveis	Lambda de Wilks	F	df1	df2	Sig
Área agrícola	0,250	3,00	1	1	0,333
Crédito rural	0,415	1,41	1	1	0,445
Efetivo bovino	0,283	2,53	1	1	0,357
Exportação de madeira serrada	0,451	4,86	1	1	0,271
Exportação de madeira em toras	0,445	1,24	1	1	0,465
Extração madeireira	0,170	1,21	1	1	0,469
Malha viária	0,215	3,64	1	1	0,307
PIB	0,132	6,56	1	1	0,237
População	0,100	9,00	1	1	0,205
Preço do boi	0,254	2,94	1	1	0,336
Volume das exportações agrícolas	0,225	3,44	1	1	0,315
Valor das exportações agrícolas	0,649	0,54	1	1	0,596

Como descrito na metodologia, foi utilizado o processo *stepwise* para selecionar as variáveis que melhor discriminem a intensidade do desmatamento, conforme exposto na Tabela 5. O procedimento incluiu as variáveis com grande poder discriminatória e foram menos correlacionadas entre si. Logo foram incluídas as seguintes variáveis, na seguinte ordem de entrada:

1. Extração madeireira (EM)
2. PIB
3. Exportação de madeira serrada (EMS)
4. Efetivo Bovino (EB)
5. Área agrícola (AA)

Assim, pode-se dizer que a análise discriminante sinaliza que são necessárias cinco variáveis para diferenciar os grupos com alto e baixo grau de desmatamento.

As demais variáveis não foram selecionadas, pois de acordo com o método *stepwise* elas não iriam contribuir para o aprimoramento das funções discriminantes.

Tabela 5. Variáveis Inseridas ^{a,b,c,d}

Etapa	Inseridas	Lambda de Wilks							
		estatística	df1	df2	df3	F			Sig
						estatística	df1	df2	
1	EM	0,630	1	3	16	3,506	3	16,000	0,043
2	PIB	0,610	2	3	16	3,404	6	16,000	0,043
3	EMS	0,460	3	3	16	2,450	9	16,000	0,043
4	EB	0,422	4	3	16	2,250	12	16,000	0,043
5	AA	0,398	5	3	16	2,122	15	16,000	0,043

Em cada etapa, a variável que minimiza o Lambda de Wilks geral é inserida.

- O número máximo de etapas é 48.
- O F parcial mínimo a ser inserido é .05.
- O F parcial máximo a ser removido é .10.
- Nível f, tolerância ou VIN insuficiente para cálculos adicionais.

A Tabela 6 apresenta o autovalor de cada função, indicando um grau de superioridade da primeira função em relação a segunda. O poder explicativo de cada função é dado pela correlação canônica, sendo de 0,929 para a primeira função e 0,162 para a segunda. Se elevarmos esses valores ao quadrado temos que a primeira função explica 86% da classificação e a segunda explica 2,6%. Logo, juntas as funções conseguem explicar 88,6% da variância total.

Tabela 6. Valores próprios

Função	Valor Próprio	% de variação	% cumulativa	Correlação canônica
1	6,351 ^a	80,2	80,2	0,929
2	0,642 ^a	8,1	94,2	0,162

Na tabela 7 é possível ver o resultado do Teste de Wilks Lambda, o qual é utilizado para verificar se as médias populacionais dos grupos são estatisticamente

diferentes entre si, de forma a possibilitar a discriminação dos elementos entre os grupos.

O Teste de Wilks Lambda mostrou que é possível rejeitar a hipótese nula de que as médias dos grupos analisados são estatisticamente iguais, indicando que as funções são significativas e são capazes de discriminar os grupos.

Tabela 7. Lambda de Wilks

Teste de funções	Lambda de Wilks	Qhi-quadrado	df	Sig.
1 até 2	0,044	34,290	36	0,550
2	0,684	4,175	10	0,939

Na Tabela 8 é possível observar a eficiência de classificação das amostras realizadas a partir das funções discriminantes criadas. Pode-se observar que 77,8% das taxas anuais de desmatamento foram corretamente classificadas.

Tabela 8. Resultados da classificação ^a

desmatamento			Associação ao grupo prevista			Total
			Baixo	Médio	Alto	
Original	Contagem	Baixo	9	0	0	10
		Médio	5	0	0	5
		Alto	0	2	1	3
	%	Baixo	100,0	0,0	0,0	100,0
		Médio	100,0	0,0	0,0	100,0
		Alto	0,0	66,66	33,33	100,0

^a 77,8% de casos originais agrupados corretamente classificados.

Diante disso, pode-se considerar que as Funções Discriminantes Lineares de Fisher tiveram bom desempenho, indicando que o modelo é válido e tem níveis adequados de significância estatística.

A Tabela 9 fornece a correlação entre as variáveis independentes e as funções discriminantes. Os coeficientes estruturais fornecem o grau de importância das variáveis na função, quanto maior o valor absoluto do coeficiente maior o seu poder de discriminação.

Logo, as variáveis Extração madeireira (EM) e Exportação de madeira serrada (EMS) são consideradas descritivas da primeira função, enquanto PIB, efetivo bovino (EB) e área agrícola (AA) são descritivas da segunda função.

Tabela 9. Matriz de estruturas

	Função	
	1	2
EM	0,195*	-0,61
PIB	-0,288	0,118
EMS	0,299	-0,045
EB	-0,151	0,305
AA	-0,155*	0,609

* Maior correlação absoluta entre cada variável e qualquer função discriminante.

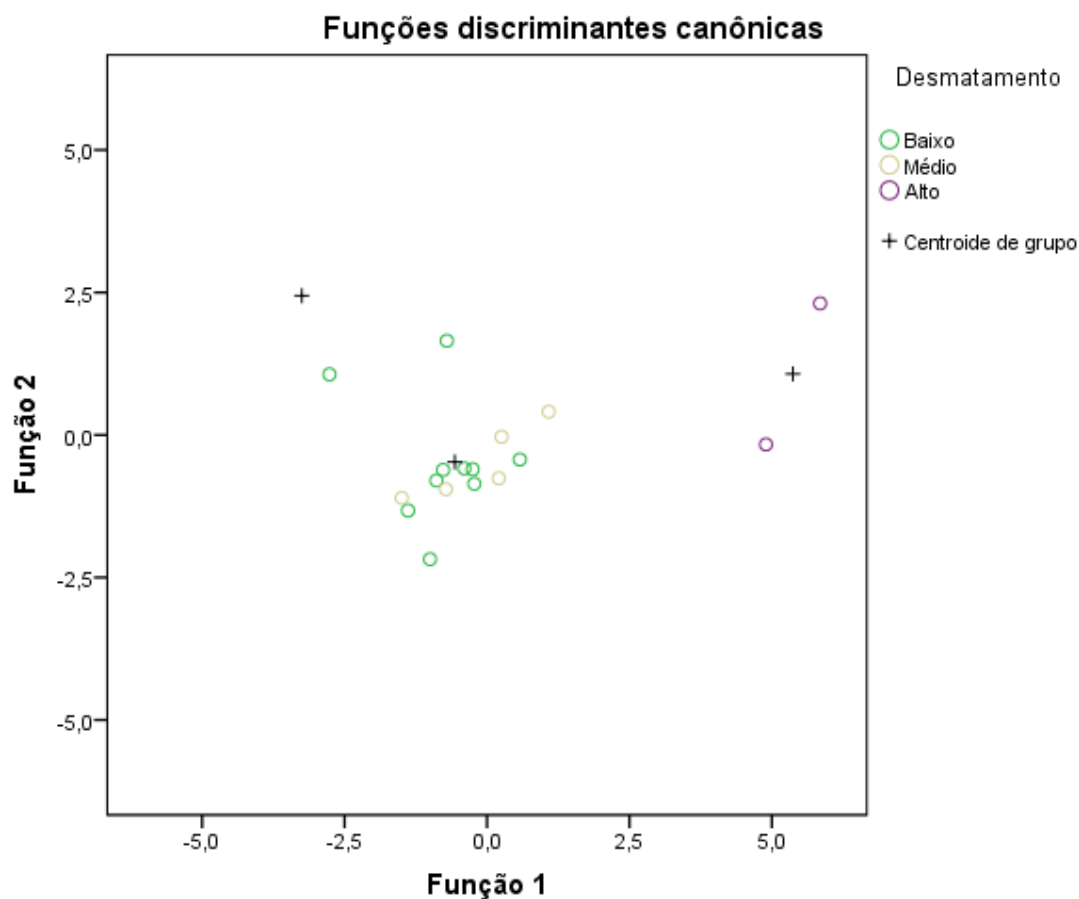
A Tabela 10 apresenta os resultados obtidos para o índice de potência, onde as variáveis que melhor diferenciaram o desmatamento em baixo, médio ou alto foram: extração madeireira, efetivo bovino, área agrícola, PIB e exportação de madeira serrada.

A extração madeireira se apresenta como importante indutor do desmatamento, ocupando lugar de destaque, quando comparado as demais variáveis. Não muito distante, o efetivo bovino e a área agrícola também apresentam influência significativa, indicando que a perda da floresta ocorre em decorrência de atividade agrícolas e pecuárias desenvolvidas na região.

Tabela 10. Índice de potencia

Variáveis	Índice de potência
EM	0,425
PIB	0,246
EMS	0,132
EB	0,369
AA	0,345

A Figura 5 apresenta o mapa territorial e a representação gráfica dos centroides de cada grupo nas funções discriminantes. No mapa, é possível visualizar que a função 1 consegue diferenciar bem os grupos de alto grau de desmatamento dos grupos de baixo e médio grau, enquanto na função 2 é possível observar uma sobreposição dos grupos, o que prejudica a classificação do grupo de desmatamento médio.

**Figura 5.** Mapa territorial das funções discriminantes

5.5. Comparação das análises

De acordo com as análises feitas é possível fazer uma comparação entre os métodos e determinar as variáveis que mais aparecem nos resultados obtidos.

Conforme a Tabela 11, é possível observar que o PIB e a extração madeireira são variáveis comuns, presentes em todos os resultados obtidos nas análises realizadas. A variável de população aparece em três dos quatro métodos utilizados, assim como a área agrícola e o efetivo bovino. A exportação de madeira serrada aparece em apenas dois resultados e o valor das exportações agrícolas aparece em apenas uma.

A análise de componentes principais coloca como principais fatores que influenciam o desmatamento a população, o PIB, a extração madeireira, o valor das exportações agrícolas e a área agrícola. Já a correlação se apresenta mais forte com variáveis de exportação de madeira serrada, PIB, população, extração madeireira e efetivo bovino, enquanto no *Cluster* a área agrícola, o efetivo bovino, a extração madeireira, a população e o PIB foram as variáveis mais próximas do desflorestamento. De acordo com a análise discriminante, a extração madeireira, o PIB, a exportação de madeira serrada, o efetivo bovino e a área agrícola são os fatores que melhor diferenciam as áreas desmatadas.

Tabela 11. Comparação dos resultados obtidos nas análises

PCA	Correlação	Cluster	Discriminante
População	Exportação de Madeira Serrada	Área Agrícola	Extração Madeireira
PIB	PIB	Efetivo Bovino	PIB
Extração Madeireira	População	Extração Madeireira	Exportação de Madeira Serrada
Valor das exportações agrícolas	Extração Madeireira	População	Efetivo Bovino
Área Agrícola	Efetivo Bovino	PIB	Área Agrícola

De acordo com esses resultados, é possível dizer que as principais causas do desmatamento estão ligadas a componentes agropecuários e a influência deles na economia local, bem como o crescimento populacional. As variáveis madeiras aparecem fortemente correlacionadas ao desmatamento, pois ele consiste na derrubada da floresta, mas a retirada de árvores é feita, majoritariamente, para a substituição do uso do solo, sendo sua comercialização feita por consequência e não a causa principal do desmatamento.

As indústrias madeiras brasileiras são caracterizadas por serem isoladas, e apesar de apresentarem pequeno capital de investimento, também apresentam baixo rendimento e geram grande quantidade de resíduos. Devido ao tipo de matéria prima, onde há grande variedade de espécies envolvidas, o nível tecnológico é baixo; as rodovias para o escoamento da madeira, apresentam condições ruins, elevando os custos de transporte. (DELMIRO et al., 2015; CNI, 2012; ARO & BATALHA, 2013).

A criação de gado é uma das variáveis que mais aparecem, considerando que houve um aumento significativo do efetivo bovino, no período estudado, não houve mudanças significativas de investimentos na forma de criação de bovinos. Os fazendeiros locais se mostram resistentes a aquisição de novas tecnologias, pois não podem controlar o preço da carne, não tendo garantia do retorno do investimento. Além disso, a expansão para novas áreas ainda é vista como sinal de prosperidade, e aquisição de novas terras, no geral, é mais barato do que investimentos em ganhos de produtividade (KOCH et al., 2019).

O crescimento populacional é outra variável que aparece com frequência nos resultados obtidos. Cerca de 2 milhões de pessoas ocupam em torno de 77 milhões de hectares de assentamento oficiais na Amazônia, mesma área responsável por 30% de todo o desmatamento na Amazônia nos últimos anos (INCRA, 2017; INPE, 2018).

A agricultura familiar tem sido negligenciada na modernização da agricultura brasileira, com a ausência de infraestrutura básica, apoio institucional, assistência técnica e tecnológica, e de acesso aos mercados. As práticas de produção utilizadas nessas propriedades, no geral, são antigas e ultrapassadas, levando ao esgotamento

dos nutrientes do solo, pois os agricultores não conseguem implementar práticas mais modernas ou investir em insumos. O resultado é a baixa produtividade das lavouras, renda insuficiente que, conseqüentemente, incentiva o desmatamento na tentativa de aumentar a produção (DE CASTRO & PEREIRA, 2017; ALENCAR et al., 2016; DOS SANTOS et al., 2018).

5.6. Ações e recomendações

Para um melhor entendimento de como funciona o desmatamento e os principais fatores que o influenciam é importante a condução de estudos mais aprofundados e mais precisos que considerem não apenas bancos de dados eletrônicos, mas a visão da população local de como realmente ocorre a perda da floresta, considerando outros fatores como a condição social da comunidade local, por exemplo.

Outra recomendação seria a separação dos dados por estado ou municípios, e a utilização de dados mensais, considerando que a dinâmica do desmatamento ocorre de maneira diferente em cada área de acordo com diferentes fatores. A divisão dos dados entre 2000 – 2010 e 2011- 2019 é indicado, levando em conta as significativas oscilações do desflorestamento entre o início dos anos 2000 e o momento atual, o que indica que diferentes forças pressionam a perda da floresta de acordo com o período estudado.

Há grande divergência entre os dados de produção de madeira de floresta nativa apresentados pelas instituições e pelas organizações responsáveis por sua publicação. A discrepância dos valores apresentados entre o Serviço Florestal Brasileiro (SFB), o IBGE e a ITTO se deve à dificuldade da disponibilização desses dados e também ao procedimento de sua coleta, que não deve ser o mesmo. Já os dados disponibilizados pela FAO e pela ABIMCI são referentes ao total de madeira de folhosas, ou seja, no Brasil abrangem as espécies nativas e também as espécies exóticas plantadas, como eucalipto e teca.

Estudos comprovam que o Brasil tem potencial para, inclusive, aumentar a produção de grãos e gado sem a necessidade de explorar novas áreas. Isso acontece, pois, o país já apresenta grandes áreas desmatadas subutilizadas, além de um setor

agrícola capaz e preparado para inovações (GARCIA et al, 2017; STRASSBURG et al, 2014).

Além disso, a adoção de novos modelos de produção, como a plantação de grãos em áreas de pastagem degradada, rotação de culturas e sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta (LPF) (KASTENS et al, 207; EMBRAPA, 2017).

Outro fator importante é a integração de políticas federais e estaduais que visem o desenvolvimento de um modelo de crescimento agrícola, conservação florestal e bem-estar social na Amazônia.

O Estado deve se apropriar de fato das florestas públicas, acabando assim com a apropriação de terras e a especulação fundiária. Na ausência de uma posse clara da terra, especuladores e grileiros ocupam e desmatam essas terras ilegalmente, seja forjando títulos de terra ou se utilizando de brechas na legislação para resolver questões de posse, vendendo essas áreas com o lucro e inundando o mercado com terrenos de baixo custo de oportunidade (BROWN et al, 2016; SPAROVEK et al, 2019).

É importante que sejam adotadas medidas sustentáveis em áreas protegidas através de incentivos fiscais e geração de emprego e renda as comunidades locais, como turismo, extração sustentável de madeira, borracha, açaí, castanha-do-pará e outros produtos florestais (MEDEIROS & YOUNG, 2011). Além da utilização de medidas que atraiam investimentos verdes para a região, incluindo mecanismos existentes para a Redução de Emissões por Desmatamento e Degradação Florestal (REDD+) e a Convenção–Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas (UNFCCC).

6. CONCLUSÃO

O desmatamento na Amazônia ocorre devido uma série de fatores que não devem ser analisados de maneira isolada. Os percussores da perda de cobertura vegetal são as atividades florestais de extração e exportação de madeira serrada, seguido por atividades agrícolas, pecuárias, obras de infraestrutura e crescimento populacional.

Os fatores que mais influenciam o desmatamento são os florestais e agropecuários. As variáveis madeireiras estão diretamente ligadas ao desflorestamento da região norte, podendo ser considerados aspectos primários e as atividades de uso da terra como fatores secundários, ocorrendo após a derrubada da floresta.

As atividades madeireiras servem como porta de entrada para os demais financiamentos, pois é a primeira colonizadora, abrindo espaço, estradas e infraestrutura para a instalação de atividades agrícolas e pecuárias. Ainda que sejam a porta de entrada, não são a causa principal, ocorrendo, no geral, como aproveitamento da limpeza da área e não como atividade econômica final.

O desmatamento e a extração e a exportação de madeira serrada estão diretamente ligados, ou seja, o aumento de um resulta no aumento do outro, indicando que boa parte da madeira serrada comercializada no Brasil advém de áreas desmatadas e que boa parte da madeira extraída da região tem é destinada ao mercado interno.

Das variáveis utilizadas no estudo, a exportação de madeira serrada, o PIB, a extração madeireira, o efetivo bovino e a área agrícola são as mais importantes para discriminar os períodos de menor e maior desmatamento. Os resultados são condizentes com os encontrados na literatura, de que as atividades agropecuárias e madeireiras são as precursoras do desmatamento.

7. REFERÊNCIAS

- ABIMCI - Associação Brasileira DA Indústria De Madeira Processada Mecanicamente. Estudo Setorial da ABIMCI 2016. Ano base 2015/ABIMCI. - Curitiba, 2016. 127p.
- ABIOVE – Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais. Acesso em abril de 2021.
- ALENCAR, A, et al. Desmatamento na Amazônia: indo além da emergência crônica. Manaus: **Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia (IPAM)**, 2004. 89 p.
- ALENCAR, A.A., PEREIRA, C., CASTRO, I., CARDOSO, A., LUCIMAR, S., COSTA, R., BENTES, A.J., STELLA, O., AZEVEDO, A.A., GOMES, J., NOVAES, R. Desmatamento nos Assentamentos da Amazônia: Histórico, Tendências e Oportunidades, 1st ed. IPAM, Brasília, DF, Brasil, 2016.
- ALDRICH, Stephen P. et al. Land-Cover and Land-Use Change in the Brazilian Amazon: Smallholders, Ranchers, and Frontier Stratification. *Economic Geography*, v. 82, n. 3, p. 265-288, 2006.
- ALVES, D. et al. The changing rates and patterns of deforestation and land use in Brazilian Amazonia. In: KELLER, M. et al. (Ed.). **Amazonia and global change**. Washington, DC: AGU, 2009.
- AMIN, M. M. A Amazônia na geopolítica mundial dos recursos estratégicos do século XXI. **Revista Crítica de Ciências Sociais**, n. 107, p. 17-38, 2015.
- ANGELO, Humberto. O desmatamento na Amazônia Brasileira. Brasília: Faculdade de Tecnologia da Universidade de Brasília, 2008. 106 p.
- ANGELO, H.; SILVA, J. C.; ALMEIDA, A. N.; POMPERMAYER, R. S. Análise estratégica do manejo florestal na Amazônia brasileira. *FLORESTA*, v. 44, n. 3, p. 341–348, 2014.
- ARPA - Programa de Áreas Protegidas da Amazônia. Desmatamento e Mudanças Climáticas. WWF-Brasil. 2010.

ARO, E. R. de; BATALHA, M. O. Competitividade da madeira serrada do estado de Mato Grosso – Brasil. *Gestão & Regionalidade*, v. 29, n. 87, p. 81–94, 2013.

BARBER, C. P., et al. Roads, deforestation, and the mitigating effect of protected areas in the Amazon. 2014.

BARLOW, J., Berenguer, E., Carmenta, R. & França, F. *Glob. Troque Biol.* **26** , 319-321, 2020.

BERNARD, E., et al. BR-319. Projeto de Reconstrução. Contribuições ao processo de Licenciamento e Análise do Estudo de Impactos Ambientais. Greenpeace. Manaus-AM. 2009.

BARROSO, L.R.; MELLO, P. P. C. Como salvar a Amazônia: Por que a floresta de pé vale mais do que derrubada. **Revista de Direito da Cidade**, v. 12, n. 2, p. 1262-1307, 2020.

BOUCHARDET, D. A.; PORSSE, A. A.; TIMOFEICZYK JUNIOR, R. Analyzing the Spatial Dynamics of Deforestation in Brazilian Amazon. *Geogr. Analysis*, v. 49, p. 23-35, 2017.

BRANCALION, PHS et al. *Nat. Conserv.* **14** , 1-15, 2016.

Brasil 2008 DECRETO No 6.514, DE 22 DE JULHO DE 2008.

BRASIL. Decreto nº 9.578 de 22 de novembro de 2018.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente - MMA. Amazônia, 2021.

BRASIL. Presidência da República. Plano Amazônia Sustentável: diretrizes para o desenvolvimento sustentável da Amazônia Brasileira. Brasília, 2008. 112 p.

BRASIL. Superintendência de Desenvolvimento da Amazônia, 2017.

BROWN, D.S., BROWN, J.C., BROWN, C. Land occupations and deforestation in the Brazilian Amazon. *Land Use Policy* 54, 331–338, 2016.

BURGESS, Robin et al. The Political Economy of Deforestation in the Tropics*. The Quarterly Journal of Economics, v. 127, n. 4, p. 1707-1754, 2012.

CATTANEO, A. Inter-regional innovation in Brazilian agriculture and deforestation in the Amazon: income and environment in the balance. **Environment and Development Economics**, Cambridge, Vol. 10, p. 485-511, 2005.

COMEX STAT do Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços, Acesso em abril de 2021..

CNI - CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. Cadeia produtiva de florestas nativas. Fórum Nacional de Atividades de Base Florestal., p. 54, 2012.

CORRAR, L. J.; PAULO, E.; DIAS FILHO, J. M. Análise multivariada: para os cursos de administração, ciências contábeis e economia. São Paulo: Atlas, 2009. 541 p.

COUTINHO, A. C., et al. Uso e cobertura da terra nas áreas desflorestadas da Amazônia Legal. TerraClass 2008. EMBRAPA - DF. INPE - SP. 2013.

DA SILVA, Veríssimo César Sousa et al. Mercado descumprimento de embargos de desmatamento na Amazônia brasileira. **Cartas de Pesquisa Ambiental** , 2022.

DAVIDSON, Eric et al., op. cit.; FEARNSIDE, Philip. Desmatamento na Amazônia: dinâmica, impactos e controle. Acta Amazonica, v. 36, n. 3, p. 395-400, 2006; HECHT, Susanna. From eco-catastrophe to zero deforestation Interdisciplinarity, politics, environmentalisms and reduced clearing in Amazonia. *Envir. Conserv.*, v. 39, n. 01, p. 4-19, 2011.

DE ARAUJO, W. O.; COELHO, C. J. Análise de componentes principais (PCA). **University Center of Anápolis, Anápolis**, 2009.

DE CASTRO, C.N., PEREIRA, C.N. Agricultura familiar, assistência técnica e extensão rural e a política nacional de ATER (Texto para discussão No. 2343). IPEA, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2017.

DELMIRO, L. B.; PEREIRA, K.; PINTO, C. V. Diagnóstico das serrarias no Município de Alta Floresta - MT. *Nativa*. v. 4, n. 2, p. 0–10, 2015.

DE MATTOS, F. I.; SORRIBAS, M. V.; Zahn, E.; GONÇALVES, J. E. Identificação de grupos regionais de chuva por análise de agrupamentos. Buenos aires, Argentina, septiembre de 2018.

DE SÁ, R. J. S.; FÉLIX, I. B.; SOUZA, G. B.; SILVA, A. P. S.; SOUZA, A. G. S.; RIBEIRO, J. M. F. A importância da biodiversidade amazônica. **Multidisciplinary Reviews**, v. 2, p. e2019011-e2019011, 2019.

DOS SANTOS, C.C., SOUZA DE LIMA FERRAZ JUNIOR, A., OLIVEIRA SÁ, S., ANDRÉS MUÑOZ GUTIÉRREZ, J., BRAUN, H., SARRAZIN, M., BROSSARD, M., DESJARDINS, T. Soil carbon stock and Plinthosol fertility in smallholder land-use systems in the eastern Amazon. Brazil. *Carbon Manag.* 9, 655–664, 2018.

EMBRAPA. ICLF in Numb3R5. EMBRAPA, 2017.

FEARNSIDE, P. M. BR-319—O começo do fim para a floresta amazônica brasileira. **Amazônia Real**, v. 6, 2020.

FEARNSIDE, P.M. Business as Usual: A Resurgence of Deforestation in the Brazilian Amazon. *Yale Environment* 360, 2017.

FEARNSIDE, P.M. **Destruição e Conservação da Floresta Amazônica**, Vol. 1. Editora do INPA, Manaus, Amazonas. 368 p., 2020.

FERREIRA, Daniel Furtado. *Análise Multivariada*. Lavras: UFLA, 1996.

FERREIRA, L. V.; VENTICINQUE, E. M.; ALMEIDA, S. O desmatamento na Amazônia e a importância das áreas protegidas. *ESTUDOS AVANÇADOS* 19 (53), 2005. p. 157-166.

GARCIA, E., RAMOS FILHO, F., MALLMANN, G., FONSECA, F. Costs, benefits and challenges of sustainable livestock intensification in a major deforestation frontier in the brazilian amazon. *Sustainability* 9, 158, 2017.

GODAR, Javier; TIZADO, Emilio Jorge; POKORNY, Benno. Who is responsible for deforestation in the Amazon? A spatially explicit analysis along the Transamazon Highway in Brazil. **Forest Ecology and Management**, v. 267, p. 58-73, 2012.

GUJARATI, Dadomar N. **Econometria básica**. Elsevier Brasil, 2011.

HAIR, J. F.; ANDERSON, et al. **Análise multivariada de dados**. 6ªed. Porto Alegre, 2009.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Acesso em abril de 2021.

IMAFLORA. 10 anos da Moratória da Soja na Amazônia: história, impactos e a expansão para o Cerrado/ PIATTO, M.; SOUZA L. I. Piracicaba: Imaflora, 2017.

INCRA. Incra nos Estados - Informações gerais sobre os assentamentos da Reforma Agrária. Brasil, Brasília, DF, Brasil, 2017.

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas espaciais. Acesso em abril de 2021.

INPE. Monitoramento da cobertura florestal da Amazônia por satélites. Coordenação geral de observação da terra. São José dos Campos, 2014.

INPE - Projeto PRODES. Monitoramento Floresta Amazônica Brasileira. Por Satélite, 2018.

INPE. Taxas anuais de desmatamento na Amazônia Legal Brasileira (AMZ). Acesso dezembro de 2020.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Biomass e sistema costeiro-marinho do Brasil**: compatível com a escala 1:250 000. - Rio de Janeiro: IBGE, 2019.

INSTITUTO TRICONTINENTAL DE PESQUISA SOCIAL. **Amazônia Brasileira**: a pobreza do homem como resultado da riqueza da terra. Dossiê n. 14, 2019.

ITTO – International Tropical Timber Organizations. Acesso em abril de 2021.

ITTO – International Tropical Timber Organizations. Reseña bienal y evaluación de la situación mundial de las maderas 2013-2014. p. 223. 2015.

ITTO – International Tropical Timber Organizations. Reseña bienal y evaluación de la situación mundial de las maderas 2013-2014. p. 223. 2019.

KAIMOWITZ, D. e ANGELSEN, A. Economic Models of Tropical Deforestation – a Review. Center for International Forestry Research (CIFOR), Indonesia, 1998.

KASTENS, J.H., BROWN, J.C., COUTINHO, A.C., BISHOP, C.R., ESQUERDO, J.C.D.M. Soy moratorium impacts on soybean and deforestation dynamics in Mato Grosso, Brazil. PLOS ONE 12, e0176168, 2017.

KOCH, N., ZU ERMGASSEN, E.K.H.J., WEHKAMP, J., OLIVEIRA FILHO, F.J.B., SCHWERHOFF, G. Agricultural productivity and forest conservation: evidence from the brazilian amazon. Am. J. Agric. Econ. 101, 919–940, 2019.

LEMOS, A. L. F.; SILVA, J. A. Desmatamento na Amazônia Legal: Evolução, Causas, Monitoramento e Possibilidades de Mitigação Através do Fundo Amazônia. Floresta e Ambiente, v. 18, n. 1, p. 98-108, 2011.

MACHADO, R. B.; AGUIAR, L. M. S. Desmatamentos na Amazônia e consequências para a biodiversidade. In: BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Causas e dinâmica do desmatamento na Amazônia. Brasília. MMA, 2001, p. 225-234.

MAPBIOMAS. Collection 4 of Brazilian land cover & use map series 6. 2019.

MARGULIS, S. Causas do Desmatamento na Amazônia Brasileira. 1a Edição. Brasília-DF, 2003.

MARGULIS, S. Quem são os agentes do desmatamento na Amazônia e por que eles desmatam? Brasília, Banco Mundial, 2001.

MAROCO, João; ROBALO, Manuel. **Análise estatística: com utilização do SPSS.** 3. ed. rev. ampl. Lisboa: 2007. 822 p.

MATRICARDI, Eraldo AT et al. Assessment of tropical forest degradation by selective logging and fire using Landsat imagery. **Remote Sensing of Environment**, v. 114, n. 5, p. 1117-1129, 2010.

MEDEIROS, R., YOUNG, C.E.F. Contribuição das unidades de conservação brasileiras para a economia nacional: Relatório Final. UNEP-WCMC, Brasília, 2011.

MELLO, N. G. R. de; ARTAXO, P. Evolução do Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal. **Revista do Instituto de Estudos Brasileiros**, Brasil, n. 66, p. 108-129, abr. 2017.

MIRAGAYA, J. Demanda mundial de carne bovina tem provocado o desmatamento na Amazônia. **T&C Amazônia**, ano VI, n. 14, 2008.

MMA, Ministério do Meio Ambiente. Plano para Controle do Desmatamento Ilegal e Recuperação da Vegetação Nativa (Ministério do Meio Ambiente, 2020).

MMA/SBF, MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE / SECRETARIA DE BIODIVERSIDADE E FLORESTAS. Mapas de cobertura vegetal dos Biomas Brasileiros. 2009.

MORAES D R V DE; NETO L C F; COSTA M do S S; LIMA A M M de; VIEIRA I C G, FILHO J L; ADAMI M. Monitoramento de áreas embargadas por desmatamento ilegal Revista Brasileira de Cartografia, 2018.

PERES, C. A.; TERBORGH, J. W. Amazonian nature-reserves – an analysis of the defensibility status of existing conservation units and design criteria for the future. *Conserv. Biol.* 9, 34-39, 1995.

PIOVESAN, P. R. R.; REIS, A. R. S.; SOUZA, D. V. Rendimento na produção de madeira serrada de Ipê (*Handroanthus* sp). *Enciclopédia Biosfera*, v. 9, n. 17, p. 2315–2329, 2013.

PORTELA, R.; RADEMACHER, I. A dynamic model of patterns of deforestation and their effect on the ability of the Brazilian Amazonia to provide ecosystem services. *Ecological Modelling*, Vol. 143, p. 115-146, 2001.

PRATES, R. C.; BACHA, C. J. C. Os processos de desenvolvimento e desmatamento da Amazônia. *Economia e Sociedade*, Campinas, v. 20, p. 3-43, 2011.

RIVERO, S.; ALMEIDA, O.; ÁVILA, S.; OLIVEIRA, W. Pecuária e desmatamento: uma análise das principais causas diretas do desmatamento na Amazônia. *Nova Economia*, v. 19, n. 1, p. 41-66, 2009.

REIS, P. C. M. Análise estrutural e propriedades tecnológicas da madeira de espécies da Amazônia. 2017.

ROCHA, L. R. L. Desmatamento e Queimadas na Amazônia. Curitiba: Juruá, 2017.

RODRIGUES, Ricardo Leonardo Vianna. Análise dos Fatores Determinantes do Desflorestamento na Amazônia Legal. [Rio de Janeiro], 2004; IV, 249 p. 29,7 cm 59 (COPPE/UFRJ, D.Sc, Planejamento Energético, 2004). Tese - Universidade Federal do Rio de Janeiro.

ROULET, M. et al. Increase in mercury contamination recorded in lacustrine sediments following deforestation in the central Amazon. *Chemical Geology*, Vol. 165, n° 3/4, p. 243-266, 2000.

SALLES, J. M.; ESTEVES, B. O mundo sem a Amazônia. *Revista Piauí*, 2019.

SANT'ANA, A. B.; YOUNG, C. E. F., Direitos de propriedade, desmatamento e conflitos rurais na Amazônia. *Economia Aplicada*, v. 14, n. 3, 2010, pp. 381-393.

SANTOS, Renato Prado. Os principais fatores do desmatamento na Amazônia (2002-2007) – uma análise econométrica e espacial. Brasília, 2010. 129 p.: il. Dissertação de Mestrado. Centro de Desenvolvimento Sustentável. Universidade de Brasília, Brasília.

SILVA, A.N. Análise das relações entre o desflorestamento e o potencial agropecuário das terras na Amazônia. 2006. 179 f. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto), Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2006.

SFB; IMAZON. A atividade madeireira na Amazônia brasileira: produção, receita e mercados. Serviço Florestal Brasileiro (SFB), Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia (Imazon), p. 32, 2010.

SNIF. Portal do Sistema Nacional de Informações Florestais. Serviço Florestal Brasileiro. Boletim SNIF 2019 Ed.1

SOARES-FILHO, B. et al. Cracking Brazil's forest code. *Science*, v. 344, n. 6182, p. 363-364, 2014.

SPAROVEK, G., REYDON, B.P., GUEDES PINTO, L.F., FARIA, V., DE FREITAS, F.L.M., AZEVEDORAMOS, C., GARDNER, T., HAMAMURA, C., RAJÃO, R., CERIGNONI, F., SIQUEIRA, G.P., CARVALHO, T., ALENCAR, A., RIBEIRO, V. Who owns Brazilian lands? *Land Use Policy* 87, 104062, 2019.

STRASSBURG, B.B.N., LATAWIEC, A.E., BARIONI, L.G., NOBRE, C.A., DA SILVA, V.P., VALENTIM, J.F., VIANNA, M., ASSAD, E.D. When enough should be enough: improving the use of current agricultural lands could meet production demands and spare natural habitats in Brazil. *Glob. Environ. Change* 28, 84–97, 2014.

VERÍSSIMO, A.; SOUZA Jr, C.; STONE, S.; UHI, C. Zoning of timber extraction in the Brazilian Amazon. *Conserv. Biol.* 12, 128 – 136, 1998.

VICINI, Lorena. Análise multivariada da teoria à prática / Lorena Vicini; orientador Adriano Mendonça Souza. – Santa Maria: UFSM, CCNE, 2005.

WALLACE, Scott. Inside the faltering fight against illegal Amazon logging. **National Geographic**, 28 aug. 2019.