



LUDMILA MARQUES DOS SANTOS

**REGULARIZAÇÃO FUNDIÁRIA E PROTEÇÃO DE
UNIDADES DE CONSERVAÇÃO DA AMAZÔNIA LEGAL**

**LAVRAS – MG
2021**

LUDMILA MARQUES DOS SANTOS

**REGULARIZAÇÃO FUNDIÁRIA E PROTEÇÃO DE UNIDADES DE
CONSERVAÇÃO DA AMAZÔNIA LEGAL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Universidade Federal de Lavras, como parte
das exigências do Curso de Engenharia
Florestal, para a obtenção do título de
Bacharel.

Prof. Dr. Marco Aurélio Leite Fontes
Orientador

Leandro Henrique Leite
Coorientador

**LAVRAS – MG
2021**

LUDMILA MARQUES DOS SANTOS

**REGULARIZAÇÃO FUNDIÁRIA E PROTEÇÃO DE UNIDADES DE
CONSERVAÇÃO DA AMAZÔNIA LEGAL**

**LAND REGULARIZATION AND PROTECTION OF LEGAL AMAZON
PROTECTED AREAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Universidade Federal de Lavras, como parte
das exigências do Curso de Engenharia
Florestal, para a obtenção do título de
Bacharel.

APROVADA em 26 de novembro de 2021.
Prof. Dr. Marco Aurélio Leite Fontes UFLA
Prof. Dr. Renata Dias Françoso Brandão UFLA
Dr. Vinícius do Couto Carvalho

Prof. Dr. Marco Aurélio Leite Fontes
Orientador

Leandro Henrique Leite
Coorientador

**LAVRAS – MG
2021**

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais, Roberto e Dilce, pelo apoio incondicional às minhas escolhas profissionais, e às minhas irmãs, Izabela e Caroline, por me ouvirem e aconselharem nos momentos difíceis. Agradeço aos meus amigos, pelas palavras de apoio e incentivo, pela divisão dos momentos desafiadores e pelos momentos de cumplicidade e felicidade, que foram essenciais para completar essa etapa de minha vida. Agradeço especialmente ao Pablo e à Carla, que foram pessoas fundamentais em meu desenvolvimento como pessoa e na minha trajetória na Engenharia Florestal. Agradeço a todas as oportunidades que tive ao longo de minha graduação, pela oportunidade de conhecer a Amazônia enquanto estudante da UFLA e pelo quanto mudei e cresci ao longo de toda esta etapa. Agradeço ao professor Marco Aurélio e ao professor Rogério Fonseca, por me mostrarem a profissão que quero seguir para minha vida, e pelos diversos ensinamentos que recebi. Agradeço ao Instituto Alto Montana da Serra Fina e, principalmente, aos seus gestores, Paulinho e Coruja, pela oportunidade de vivenciar a conservação da natureza. Obrigada! A felicidade que vivencio hoje de poder concluir a graduação teve a participação de todos vocês!

RESUMO

O estabelecimento de áreas protegidas é uma das ferramentas mais importantes para a conservação da natureza. No Brasil, as áreas protegidas abrangem as reservas legais, áreas de preservação permanente (APP), terras indígenas, terras quilombolas e unidades de conservação (UCs), neste trabalho trataremos especialmente da última categoria. Apesar de termos apresentado, nas últimas décadas, grande avanço no aumento da extensão de área coberta por UCs no país, ainda faltam às mesmas as condições adequadas para uma gestão efetiva. Somado à falta de recursos humanos e financeiros, vemos, na história do estabelecimento dessas áreas, um descaso quanto à sua situação fundiária, sendo criadas unidades em áreas conflituosas, nas quais a titularidade das terras é diversa, mas raramente pertence em totalidade aos órgãos gestores de unidades de conservação, deixando a UC refém de conflitos de terra, impedimentos na gestão e redução de sua proteção. Em vista disso, esse trabalho visa relacionar a falta de regularização fundiária e a sobreposição de imóveis rurais aos limites das UCs da Amazônia Legal com a probabilidade de ocorrência de desmatamento nas mesmas. Na análise também foram levadas em conta características das UCs, como o grupo ao qual pertencem (proteção integral ou uso sustentável), sua categoria, idade, área, unidade federativa, longitude, latitude, existência de conselho gestor e plano de manejo e IDH médio.

Palavras-chave: sobreposição de imóveis rurais; regularização fundiária; unidades de conservação; desmatamento; Amazônia Legal.

LISTA DE SIGLAS

AC	Acre
AM	Amazonas
AP	Amapá
APA	Área de Proteção Ambiental
ARIE	Área de Relevante Interesse Ecológico
CAR	Cadastro Ambiental Rural
ESEC	Estação Ecológica
FLONA	Floresta Nacional
ICMBIO	Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
MA	Maranhão
MMA	Ministério do Meio Ambiente
MONA	Monumento Natural
MT	Mato Grosso
PA	Pará
PARNA	Parque Nacional
PI	Proteção Integral
RDS	Reserva de Desenvolvimento Sustentável
REBIO	Reserva Biológica
REFAU	Reserva de Fauna
RESEX	Reserva Extrativista
RO	Rondônia
RPPN	Reserva Particular do Patrimônio Natural
RR	Roraima
RVS	Refúgio de Vida Silvestre
SNUC	Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza
UC	Unidade de Conservação
US	Uso Sustentável

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	7
2. REFERÊNCIAL TEÓRICO	8
3. MATERIAL E MÉTODOS	13
3.1 Amazônia Legal e Áreas Protegidas	13
3.2 Situação fundiária e sobreposição com imóveis rurais	14
3.3 Desmatamento	14
3.4 Análise Estatística	14
4. RESULTADOS	16
4.1 Probabilidade de Desmatamento	16
4.2 Área Desmatada	19
4.3 Tendência de Desmatamento	23
4.4 Tendência de Aumento do Desmatamento	23
4.1 Tendência de Redução do Desmatamento	24
5. DISCUSSÃO	26
5.1 Regularização Fundiária	26
5.2 Área	28
5.3 Idade	29
5.4 Grupo	29
5.5 Sobreposição com imóveis rurais	30
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	33
REFERÊNCIAS	34

1. INTRODUÇÃO

Entre 2003 e 2008, o Brasil foi o país que mostrou o maior acréscimo na extensão de áreas protegidas no mundo, sendo que esse acréscimo ocorreu majoritariamente na região amazônica (Jenkins e Joppa, 2009). Apesar do acréscimo em dimensão, não foram acrescentadas a todas essas áreas as condições necessárias para promover um manejo efetivo (Reis Neto *et al.*, 2020) ou até mesmo para as tornarem, como nomeadas no Brasil, unidades de conservação (UCs). De acordo com a lei que estabelece o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC), o que caracteriza uma unidade de conservação, além de seus recursos naturais, é a definição de objetivos de conservação e limites territoriais, sua administração e a garantia de proteção (Brasil, 2000), condições estas que muitas vezes não são cumpridas em função da deficiência de recursos humanos e financeiros (Reis Neto *et al.*, 2020).

A importância das atividades de proteção para as unidades de conservação é reforçada não só pelo SNUC, como também por outro instrumento legal. No artigo 15 do decreto 4.340 de 2002, vemos que “a partir da criação de cada unidade de conservação e até que seja estabelecido o Plano de Manejo, devem ser formalizadas e implementadas ações de proteção e fiscalização”. O acréscimo da premissa de que a proteção deve ser realizada independentemente da existência do Plano de Manejo, situação na qual 80,95% das UCs brasileiras se encontram, de acordo com o Cadastro Nacional de Unidades de Conservação (CNUC), mostra a importância primordial destas atividades.

A proteção é observada na manutenção de habitats e processos ecológicos, além do resguardo contra interferências humanas severas (Brasil, 2000). Unidades de conservação possuem um papel muito importante nesse processo, representando muitas vezes uma estratégia insubstituível de conservação (Le Saout *et al.*, 2013). Indubitavelmente, atividades em desacordo com os objetivos de criação das UCs, como invasões, queimadas e desmatamentos prejudicam a proteção das mesmas e, conseqüentemente, sua integridade e condição de existência. Em razão da existência de atividades como extração indevida de recursos, desenvolvimento de indústrias, e pressão e reivindicação por terra, podem ocorrer eventos PADDD (*Protected Areas downgrading, downsizing and degazettement*), que são,

basicamente, a reclassificação, redução e degeneração de uma área protegida (Qin *et al.*, 2019).

Grande parte da vegetação remanescente no Brasil pertence ao bioma amazônico, que tem sua história atravessada por desdobramentos políticos e econômicos que influenciam diretamente no desmatamento (Fearnside, 2006). Desde a década de 1970, em que houveram incentivos fiscais para a ocupação do território e implantação de agropecuária, vê-se a expansão dos impactos gerados por esse setor (Fearnside, 2005). Entre 18 e 22% da soja, e entre 39 e 53% da carne exportados pelo Brasil para a União Europeia atualmente são advindos de áreas desmatadas de forma potencialmente ilegal, sendo parte delas localizada na Amazônia (Rajão *et al.*, 2020).

Somado à isso, a construção de estradas e o estabelecimento de assentamentos - muitas vezes ilegais - que ocorrem concomitantemente à expansão agrícola, assim como as especulações e disputas por terra exemplificam parte dos altos índices de desmatamento observados nas últimas décadas (Fearnside, 2005; Margulis, 2003).

A existência dos conflitos por terra explicita um problema enfrentado pelo Brasil ao longo de toda sua história (Ferreira, 2013), sendo a inexistência de legislações completas e aplicáveis ao longo da história do país e a consequente ausência de regularização fundiária responsável pela existência de cenários como estes até hoje (Rocha, Drummond e Ganem, 2010). As unidades de conservação não escapam dessa estatística (Rocha, Drummond e Ganem, 2010), e muitas das UCs contidas na Amazônia Legal possuem situação fundiária não regularizada, podendo haver, inclusive, sobreposição entre imóveis particulares e os limites do território das unidades. A ausência de regularização fundiária prejudica a autonomia de gestão das UCs e pode prejudicar ainda a proteção da mesma (Rocha, Drummond e Ganem, 2010).

O objetivo deste trabalho foi analisar a importância da regularização fundiária para a proteção das unidades de conservação pertencentes ao território da Amazônia Legal, tendo como hipótese a ideia de que a falta de regularização exerça papel debilitante na proteção das unidades, facilitando a ocorrência de desmatamentos.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

A Floresta Amazônica representa a maior extensão de floresta tropical do mundo. Apesar de receber atenção não apenas dos países que atravessa, mas de todo o mundo

(Fearnside, 2005), ainda não se conhece grande parte da biodiversidade abrigada por esse bioma (Oliveira *et al.*, 2017). Além do claro potencial econômico e genético existente na biodiversidade amazônica (Margulis, 2003), vê-se ainda sua influência no clima regional e global, o que mostra a extensão de sua importância (Artaxo *et al.*, 2014; Nobre, Sampaio e Salazar, 2007).

Dentre as principais ameaças à conservação desse ecossistema, vemos a expansão das fronteiras agrícolas na região norte do país, assim como expansão de estradas e o aumento dos fenômenos de disputas e conflitos de terra, de forma relacionada e concomitante (Fearnside, 2006; Margulis, 2003). Contudo, para que estas situações possam se dar, ocorre, primordialmente, o desmatamento das áreas. Entre o final do século XX e o início do século XXI, a região amazônica foi atravessada por diversos desdobramentos políticos que influenciaram a dinâmica dos desmatamentos na região (Fearnside, 2005). Este desmatamento em grande parte é associado aos latifundiários, apesar de não se negar o papel dos pequenos proprietários onde estes estão concentrados (Fearnside, 2005). As causas deste desmatamento histórico na Amazônia são bem esclarecidas por Soares-Filho *et al.* (2005):

As causas históricas e presentes do desmatamento na Amazônia são diversas e frequentemente inter-relacionadas. Compreendem desde incentivos fiscais (Mahar, 1988; Schmink e Wood, 1992; Moran, 1993) e políticas de colonização no passado (Hecht, 1985; Hecht e Cockburn, 1990; Schmink e Wood, 1992; Andersen e Reis, 1997; Laurance, 1999), as quais desencadearam uma forte migração para Amazônia como válvula de escape para os problemas sociais de outras regiões (Skole *et al.*, 1994); recorrentes conflitos fundiários motivados pela ausência de titularidade da terra e pela pressão da reforma agrária (Fearnside, 1985 e 2001; Soares-Filho *et al.*, 2004); até o recente cenário macroeconômico (Margulis, 2002), envolvendo o avanço da exploração madeireira (Nepstad *et al.*, 2001), da pecuária (Mertens *et al.*, 2002; Kaimowitz *et al.*, 2004) e o boom do agronegócio, notadamente a expansão das culturas de soja sobre áreas de pastagens (Alencar *et al.*, 2004a). Investimentos em infraestrutura, sobretudo a abertura de estradas e pavimentação (Nepstad *et al.*, 2000; Carvalho *et al.*, 2001; Laurance *et al.*, 2001), completam esse quadro, posto que promovem a viabilidade econômica da agricultura e da exploração madeireira na Amazônia central, com conseqüente valorização de suas terras (Soares-Filho *et al.*, 2005, p. 1).

Em decorrência do desmatamento, vemos não apenas a perda de biodiversidade e o impacto nas características climáticas, como também a erosão, a perda de produtividade das terras, as mudanças no regime hidrológico e a emissão de gases de efeito estufa (Fearnside, 2005). Tendo tudo isto em vista, é preciso reduzir estes acontecimentos, e potencializar os efeitos benéficos advindos da Amazônia, permitindo, além da continuação da existência das populações que dela dependem de forma direta para sua sobrevivência (Vitel, Fearnside e Graça, 2009), a realização dos potenciais que a mesma representa para as gerações futuras.

Sendo assim, faz-se necessário adotar estratégias para sua conservação, como, por exemplo, o monitoramento, a fiscalização e a arrecadação de multas (Fearnside, 2005).

Contudo, uma das principais estratégias utilizadas para conservar a biodiversidade, sendo considerada uma ferramenta imprescindível para alcançar esse objetivo, é o estabelecimento de áreas protegidas (Le Saout *et al.*, 2013), ou como são conhecidas no Brasil, unidades de conservação. As unidades de conservação são espaços nos quais a interferência humana ocorre de forma limitada e regulada de acordo com os objetivos específicos propostos para aquela área (Brasil, 2000).

No Brasil, as unidades de conservação são classificadas pelo Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza, mais conhecido como SNUC, e são divididas em dois grupos distintos, sendo eles o grupo de Uso Sustentável (US) e o grupo de Proteção Integral (PI) (Brasil, 2000). O SNUC foi instituído pela Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000 e constitui um marco legal de grande importância na história das unidades de conservação brasileiras.

O grupo de US abrange 7 categorias de UC, onde são compatibilizados o uso dos recursos naturais de forma direta e sustentável com a conservação da natureza (Brasil, 2000). Dentre as categorias, vemos, da menos à mais restritiva, Área de Proteção Ambiental (APA), Área de Relevante Interesse Ecológico (ARIE), Floresta Nacional (FLONA), Reserva Extrativista (RESEX), Reserva de Fauna (REFAU), Reserva de Desenvolvimento Sustentável (RDS) e Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN). O grupo de PI abrange 5 categorias de UC, onde o enfoque maior se encontra na conservação da natureza associada a usos indiretos dos recursos, como a pesquisa, a visitação e a educação ambiental (Brasil, 2000). Dentre as categorias, vemos, da menos à mais restritiva, Refúgio de Vida Silvestre (RVS), Monumento Natural (MONA), Parque Nacional (PARNA), Reserva Biológica (REBIO) e Estação Ecológica (ESEC).

O Brasil apresentou, nas últimas décadas, um aumento considerável no número e extensão de áreas protegidas, principalmente no bioma Amazônico (Jenkins e Joppa, 2009; Oliveira *et al.*, 2017). Contudo, o estabelecimento isolado destas áreas, sem a devida destinação de recursos para a gestão das mesmas, pode não contribuir com a totalidade de seu potencial para a conservação dos ambientes, o que constitui a realidade de muitas UCs no país (ICMBio, 2012; Reis Neto *et al.*, 2020), havendo necessidade de mais estudos para auxiliar na

criação e manejo destas áreas (Oliveira *et al.*, 2017), sendo importante ressaltar que as UCs tem como condição básica de existência a proteção do ambiente ao qual estão inseridas.

As atividades de proteção são, portanto, indispensáveis, sendo exigidas inclusive, mesmo que a unidade não possua Plano de Manejo (Brasil, 2000). O Plano de Manejo consiste no documento no qual são estabelecidos os objetivos, a justificativa do estabelecimento da unidade, seus limites e características e, principalmente, os programas de manejo a serem executados naquela área, a fim de atingir os objetivos delimitados (Brasil, 2000). Considerando a relevância deste documento, vemos que as atividades de proteção são ainda mais indispensáveis, dado que as mesmas são exigidas independentemente do mesmo.

Contudo, para que sejam elaborados os Planos de Manejo e realizadas as atividades de proteção, recursos humanos e financeiros são requeridos. Muitas das unidades de conservação brasileiras são, hoje, chamadas de “UCs de papel”, por terem sido decretados seus limites e sua existência, mas as mesmas não possuem sequer uma equipe para realizar sua gestão (Bruner *et al.*, 2001). E ainda, as que possuem Plano de Manejo muitas vezes não conseguem utilizar este documento para sua real função, sendo eles extensos e pouco objetivos (Zeller, 2008).

Apesar da existência em si da unidade contribuir para a conservação da natureza, a inexistência de gestão da área faz com que a mesma não atinja todo o seu potencial, não apenas de conservar a natureza, mas de promover a pesquisa, a educação ambiental, o turismo, etc. Hoje, as unidades de conservação brasileiras abrigam boa parte da biodiversidade conhecida no país (Oliveira *et al.*, 2017), o que demonstra não apenas a importância das UCs, como também a necessidade de implementar uma gestão efetiva generalizada nas mesmas, e potencializar sua função. Além disso, muitas espécies endêmicas, com restrição de ocorrência, ainda não são protegidas (Oliveira *et al.*, 2017), indicando a necessidade de nova expansão das áreas protegidas no país.

Ainda que o papel das UCs na conservação da natureza seja inegável, as mesmas ainda trazem em si grandes problemas a serem solucionados. Além da clara necessidade de recursos financeiros e humanos (Reis Neto *et al.*, 2020) e da necessidade de elaboração de Planos de Manejo aplicáveis (Zeller, 2008), muitas unidades ainda carregam problemas fundiários desde sua criação, dificultando mais ainda seu manejo (Rocha, Drummond e Ganem, 2010). A situação fundiária das UCs é observada na titularidade das terras contidas em seu território. A regularização fundiária é vista como um problema existente ao longo de toda a história do

Brasil, que teve sua primeira legislação referente à titularidade de terras em 1850, com a Lei nº 601 (Lei de Terras), que passou a identificar a terra como uma mercadoria e, em 1854, com o Decreto nº 1318, passa a ser necessário o registro das mesmas (Cavalcante, 2005). Previamente a estas legislações, o regime de distribuição de terras no Brasil era o de sesmarias, e originam-se daí os primeiros posseiros do país, sendo a Lei de Terras um novo estímulo à “tradição latifundiária brasileira” (Cavalcante, 2005).

Tapiassu, Gros-Desormaux e Cruz (2017), apontam que “o contexto fundiário nacional é marcado pelo descontrole estatal fundiário seguida da tentativa de regularizar situações de fato, sob o contexto não raro de conflitos agrários”. A região amazônica não escapa desse caos fundiário que assola o país (Tapiassu, Gros-Desormaux e Cruz, 2017), e apesar da realização de diversas tentativas do governo no esforço de regularizar as propriedades na região, como o Programa Terra Legal, o Programa Território da Cidadania e a Operação Arco Verde, não obteve muito sucesso (Menezes, 2015). Menezes (2015) ainda afirma que o Programa Terra Legal facilitou a descaracterização de assentamentos rurais a expropriação de terras, dando lugar à expansão do agronegócio em detrimento dos objetivos atribuídos inicialmente ao programa.

A Lei nº 13.465/2017 dispõe sobre a regularização fundiária nos contextos urbano e rural ao longo do Brasil, e remonta o cenário de tentativas brandas de regularização ao permitir a legitimação de ocupações ocorridas anteriormente a 22 de julho de 2008 (Tapiassu, Gros-Desormaux e Cruz, 2017). A lei aponta a necessidade de registro no Cadastro Ambiental Rural (CAR), ferramenta criada pela Lei de Proteção à Vegetação Nativa, em 2012, que tem o intuito de facilitar a gestão e o monitoramento das propriedades rurais, por meio da autodeclaração de seus limites geográficos pelos proprietários, e que constitui um importante avanço no monitoramento de desmatamento ilegais no país.

A regularização fundiária apresenta uma inter-relação com a proteção ambiental (Tapiassu, Gros-Desormaux e Cruz, 2017), o que aponta sua importância no contexto das unidades de conservação, dado que as mesmas têm a proteção do território como condição básica de existência (Brasil, 2000). Diversos fatores podem constituir ameaças à proteção das unidades de conservação, como as invasões, caças amadorísticas ou profissionais, tráfico de animais, exploração de recursos minerais, introdução de espécies exóticas, incêndios florestais e desmatamentos. Fatores como a falta de regularização fundiária e a sobreposição com imóveis rurais podem ser, ainda, precursores ou potencializadores destas atividades.

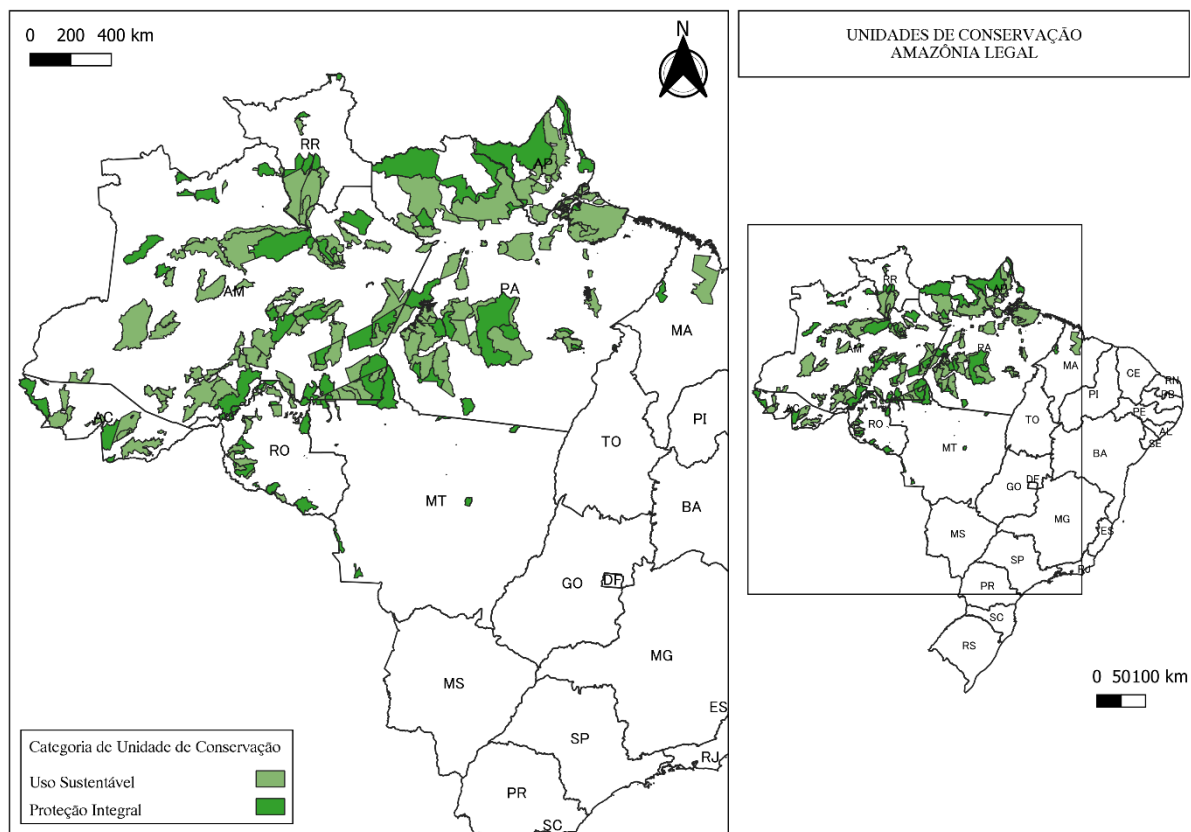
3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Amazônia Legal e Áreas Protegidas

A Amazônia Legal perpassa por nove estados brasileiros, sendo eles Acre, Amapá, Amazonas, Maranhão, Mato Grosso, Pará, Rondônia, Roraima e Tocantins. Os limites da Amazônia Legal e das unidades estudadas foram obtidas na base de dados do ICMBio. Para cada unidade de conservação, foram consideradas as características: unidade federativa, grupo, categoria, existência de conselho gestor e plano de manejo, IDH médio das cidades abrangidas, idade, área, longitude e latitude.

Os objetos de análise foram selecionados com base na disponibilidade de dados, tendo como fator limitante principal a inexistência dos limites georreferenciados da área da unidade, em função de sua importância no processamento dos demais dados. Ao todo, foram selecionadas 274 unidades de conservação distribuídas em oito estados, representando 76,75% das unidades existentes atualmente na Amazônia Legal. Dentre as unidades selecionadas, 194 são de uso sustentável e 81 de proteção integral (Figura 1).

Figura 1 - Unidades de Conservação selecionadas.



Fonte: Da autora.

3.2 Situação fundiária e sobreposição com imóveis rurais

Os dados referentes à regularização fundiária foram obtidos a partir dos relatórios gerados pelo Cadastro Nacional de Unidades de Conservação (CNUC) (<http://sistemas.mma.gov.br/cnuc/index.php?ido=relatorioparametrizado.exibeFormularioPortal>). O CNUC consiste numa plataforma online que está sob gerência do Ministério do Meio Ambiente (MMA) com o intuito de disponibilizar informações oficiais do SNUC.

Dentre as informações relativas à situação fundiária obtidas pelo CNUC, foram utilizadas a situação fundiária e a ocupação da área. A ocupação da terra é dada em sim ou não, e a situação fundiária é dada em: totalmente regularizado, parcialmente regularizado, não regularizado ou não informado. Além disso foram utilizados também dados do Cadastro Ambiental Rural (CAR) a fim de analisar a existência de sobreposição aos limites das UCs. O CAR foi criado pela lei nº 12.651 de 2012, e consiste em um registro público obrigatório para todos os imóveis rurais brasileiros.

3.3 Desmatamento

Os dados de desmatamento foram obtidos pela plataforma Desflorestamento nas Unidades de Conservação da Amazônia Legal (<http://www.dpi.inpe.br/prodesdigital/prodesuc.php>), gerida pelo Instituto de Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). O tempo de análise foi definido com base na amplitude de dados existentes para a área de estudo, sendo este de 2008 a 2019.

3.4 Análise Estatística

A probabilidade de desmatamento, a área desmatada, a probabilidade de ocorrência de aumento do desmatamento, o aumento do desmatamento e a redução do desmatamento são consideradas as variáveis dependentes nesse estudo. Como variáveis independentes temos: grupo, categoria, unidade federativa, existência de conselho gestor, existência de plano de manejo, índice de desenvolvimento humano (IDH), ano, idade, latitude, longitude, área, área sobreposta com imóveis rurais e percentual de área sobreposta com imóveis rurais.

Para cada unidade de conservação foi realizada uma regressão linear do desmatamento em função do tempo, para estimar as tendências de desmatamento para cada unidade ao longo dos anos. Para testar os efeitos das variáveis dependentes nas variáveis independentes usamos modelos lineares (generalizados) com efeitos mistos (GLMM e LMM). Foram utilizados GLMMs binomiais para modelar variáveis resposta binárias e LMMs para modelar variáveis resposta contínuas. Checamos a presença de superdispersão nos GLMMs (usando resíduos

simulados), e normalidade e homocedasticidade dos resíduos nos LMMs. Para as variáveis resposta que tiveram observações repetidas na mesma UC ao longo do tempo, contabilizamos os efeitos aleatórios da UC, e para todos os modelos contabilizamos os efeitos aleatórios da unidade federativa e da categoria. Preditores com altos pontos de alavancagem foram transformados por meio de logaritmo ou raiz quadrada, e todos os preditores contínuos foram centralizados na média zero e escalados para a variância unitária. Nós também obtivemos uma matriz de correlação de todos os preditores e checamos o fator de inflação de variância ($VIF > 5$) nos modelos globais (modelo completo contendo todos os possíveis preditores) para checar a presença de multicolinearidade entre os preditores. Além disso, checamos a autocorrelação espacial (SAC) nos resíduos dos modelos globais usando o teste Moran's I. Todos os modelos estavam livres de preditores colineares e SAC. Para garantir a normalidade e homocedasticidade nos resíduos LMM, transformamos as variáveis resposta utilizando logaritmo natural. A partir dos modelos globais foi realizada a seleção dos modelos por meio da obtenção de todas as possíveis combinações de preditores. Nossa seleção de modelo foi baseada no Critério de Informação de Akaike de segunda ordem (AICc), através do qual o melhor modelo foi o que possuir o menor AICc. Calculamos a média dos coeficientes para todos os modelos com $\Delta AICc < 4$ e usamos os coeficientes médios condicionais como resultado final. Na seleção do modelo fixamos ano, grupo, idade, área, latitude e longitude em todos os modelos, porque eles foram utilizados como controles ou por causa de sua importância para o fenômeno e questão de pesquisa. Obtemos comparações por pares entre níveis de preditores categóricos usando medias marginais estimadas, as quais foram obtidas do melhor modelo que o preditor está contido. Além disso, os efeitos aleatórios de cada nível dos fatores aleatórios (BLUPs) foram obtidos do melhor modelo ($\Delta AICc = 0$). Note que os LMMs foram ajustados com utilizando máxima verossimilhança (ML) antes de realizar a seleção de modelos, mas o melhor modelo foi reajustado utilizando máxima verossimilhança restrita (REML) para obter os BLUPs.

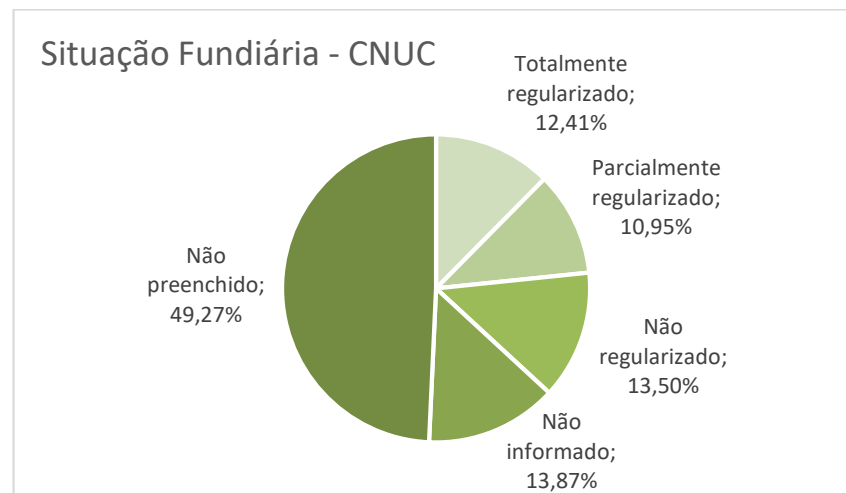
Todas as análises foram realizadas no ambiente R (R Core Team 2021). Os LMMs e os GLMMs foram ajustados utilizando o pacote lme4 (Bates *et al.*, 2015). Utilizamos o pacote spdep para testar para SAC (Bivand *et al.*, 2013). A seleção de modelos, a média dos coeficientes e o R^2 foram computados usando o pacote MuMIn (Barton, 2020). Os resíduos simulados e a superdispersão foram realizados usando DHARMA (Harting, 2020). As comparações par a par das médias marginais estimadas para os níveis das variáveis

categóricas foram obtidas pelo pacote emmeans (Lenth, 2020). Usamos ggplot2 a GGally para obter os gráficos (Schloerke *et al.*, 2021; Wickham, 2016).

4. RESULTADOS

As UCs avaliadas variam de 2 a 59 anos de idade, com média de 21 e mediana de 19 anos. Suas áreas variam de 1,2 hectares a 4,45 milhões de hectares, com média de 428.643,41 hectares e mediana de 144.979,19 hectares. Mais da metade das UCs não possui dados relativos à regularização fundiária (não preenchido e não informado) e apenas 12,41% das unidades se encontram totalmente regularizadas (Figura 2).

Figura 2 – Situação Fundiária (CNUC)



Fonte: Da autora.

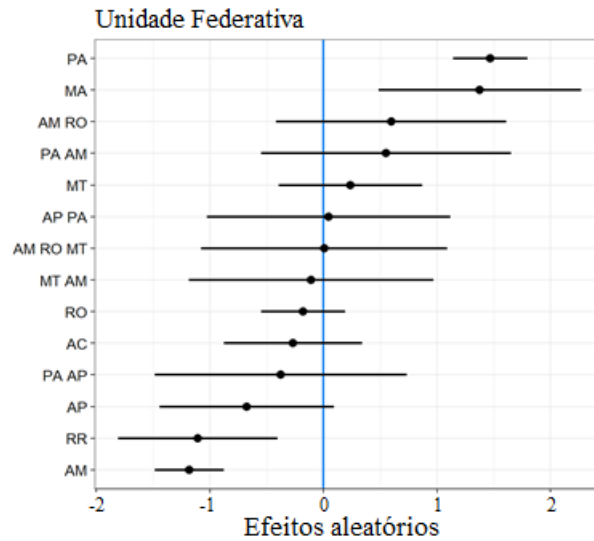
Dentre as características das unidades de conservação utilizadas na análise, a categoria, a existência de conselho gestor e plano de manejo, a longitude, o IDH e a situação fundiária não exerceram influência sobre nenhuma das variáveis resposta. Nossos resultados indicam que a área da unidade é um dos fatores mais influentes na área desmatada, na probabilidade de desmatamento e nas tendências de aumento e redução do desmatamento. Além deste fator, a idade, o grupo e a área de sobreposição com imóveis rurais também se relacionam ao desmatamento nas unidades de conservação da Amazônia Legal.

4.1 Probabilidade de Desmatamento

Dentre os Estados que abrangem a extensão da Amazônia Legal, foi possível observar que áreas protegidas nos estados do Pará e do Maranhão possuem maior probabilidade de

desmatamento, enquanto áreas nos estados do Amazonas e de Roraima possuem menor probabilidade de desmatamento (Figure 3).

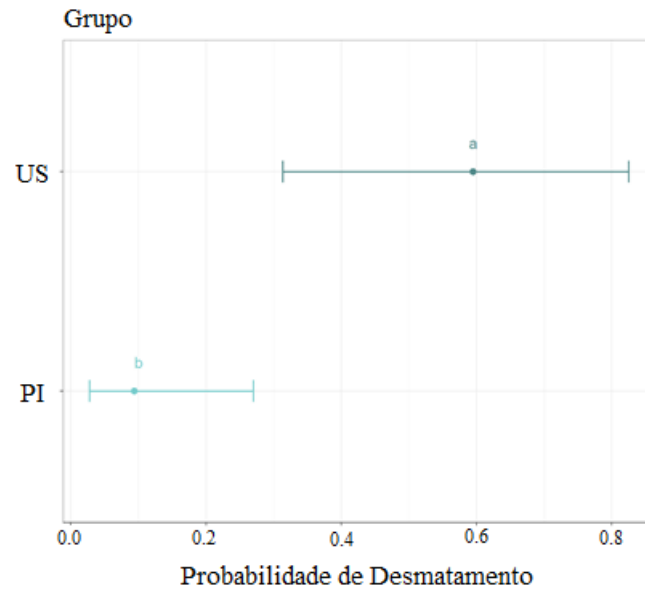
Figura 3 – Efeito da unidade federativa na probabilidade de desmatamento.



Fonte: Da autora.

Quanto ao grupo, vê-se que as unidades de conservação pertencentes ao grupo de uso sustentável possuem uma probabilidade de desmatamento próxima de 60%, enquanto as unidades do grupo de proteção integral mostram essa probabilidade em torno de 10% (Figura 4).

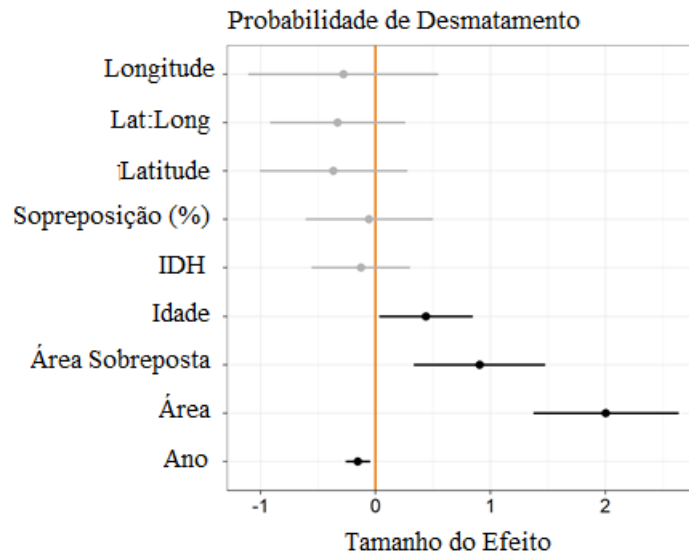
Figura 4 – Efeito do grupo na probabilidade de desmatamento.



Fonte: Da autora.

O ano exerceu influência negativa na probabilidade de desmatamento, ocorrendo redução da mesma durante o período analisado. Este efeito foi baixo, porém significativo. Já o efeito da idade da unidade de conservação foi maior e apresentou relação positiva, obtendo maiores probabilidades de desmatamento em unidades mais antigas. Áreas maiores e com maiores regiões sobrepostas a imóveis rurais também apresentaram maior probabilidade de desmatamento. Dentre as variáveis independentes analisadas, a de maior efeito na probabilidade de desmatamento foi a área, seguida da área sobreposta por imóveis rurais, da idade e posteriormente do ano de ocorrência do desmatamento (Figura 5).

Figura 5 – Tamanho do efeito das variáveis independentes na probabilidade de desmatamento.



Fonte: Da autora.

4.2 Área Desmatada

As dez unidades de conservação com maior área desmatada acumulada ao longo do período analisado se encontram listadas na Tabela 1. Já as unidades com maior percentagem de sua área original desmatada estão listadas na Tabela 2. Foi observado ao longo dos onze anos de análise, o desmatamento de 7.873,55 km² de vegetação em unidades de conservação da Amazônia Legal, sendo que mais de 70% deste desmatamento ocorreu nas dez unidades listadas na Tabela 1.

Tabela 1. Dez UCs com as maiores áreas desmatadas no período analisado.

Nome	Unidade Federativa	Grupo	Categoria IUCN	Área desmatada (km ²)	Área desmatada (%)
APA Triunfo do Xingu	PA	US	V	2564,1650	15,29%
RESEX Jaci Paraná	RO	US	VI	802,4952	40,65%
FLONA do Jamanxim	PA	US	VI	735,6111	5,65%
APA do Tapajós	PA	US	V	419,7282	2,06%
RESEX Chico Mendes	AC	US	VI	253,3471	2,72%
APA do Lago de Tucuruí	PA	US	V	246,6564	4,77%
FLONA de Altamira	PA	US	VI	220,2560	3,04%
ESEC da Terra do Meio	PA	PI	Ia	129,0908	0,38%
REBIO do Gurupi	MA	PI	Ia	124,1937	4,58%
APA da Baixada Maranhense	MA	US	V	122,8391	0,71%

Fonte: Da autora.

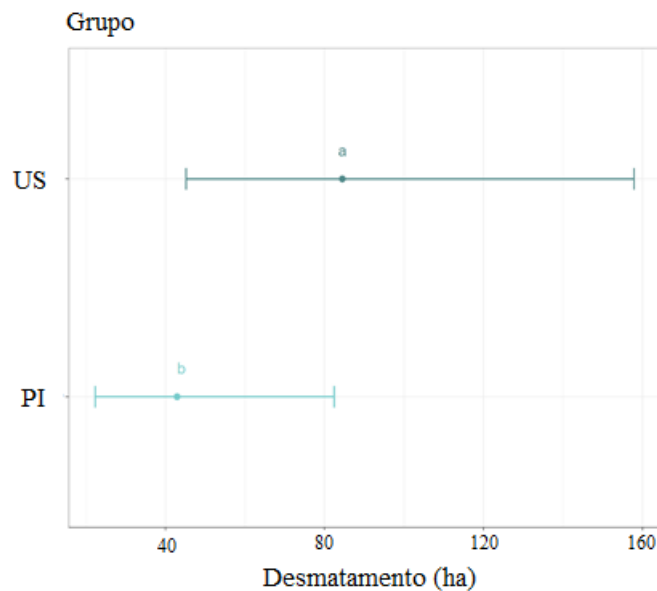
Tabela 2. Dez UCs com maior percentual de área desmatada no período analisado.

Nome	Unidade Federativa	Grupo	Categoria IUCN	Área desmatada (km ²)	Área desmatada (%)
Floresta Estadual de Rendimento Sustentado Gavião	RO	US	VI	3,663522076	84,49%
Floresta Estadual de Rendimento Sustentado Araras	RO	US	VI	7,28633809	67,07%
RESEX Ipê	RO	US	VI	5,435626428	66,33%
Floresta Estadual de Rendimento Sustentado Tucano	RO	US	VI	3,172004903	62,11%
Floresta Estadual de Rendimento Sustentado Mutum	RO	US	VI	59,07744422	54,42%
RESEX Jaci Paraná	RO	US	VI	802,4952008	40,65%
ARIE Seringal Nova Esperança	AC	US	IV	9,751371528	37,88%
Floresta Estadual de Rendimento Sustentado Periquito	RO	US	VI	3,421674964	30,14%
RESEX Angelim	RO	US	VI	17,18473955	20,50%
APA da Região do Maracanã	MA	US	V	3,825781686	19,50%

Fonte: Da autora.

O grupo à qual a unidade pertence se mostrou influente na probabilidade de desmatamento, sendo que as áreas de US apresentaram média superior à 84 hectares desmatados, e as áreas de PI apresentaram média próxima de 43 hectares desmatados (Figura 6). Dentre as dez unidades com maior média desmatada, nove são de uso sustentável, e dentre as dez unidades com menor média desmatada, oito pertencem ao mesmo grupo.

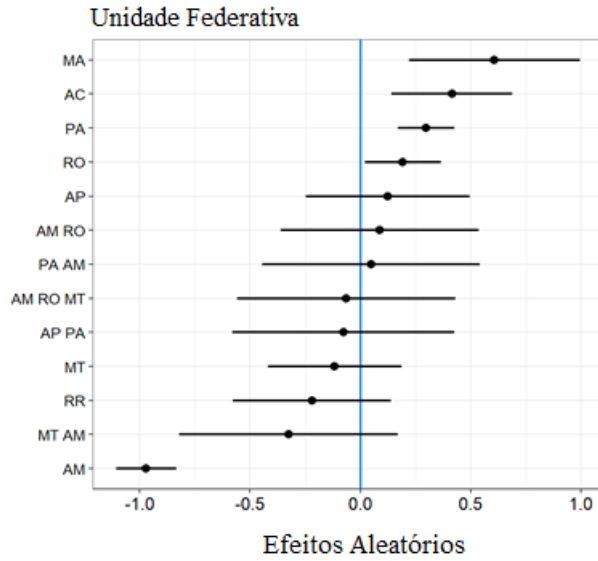
Figura 6 – Efeito do grupo na área desmatada.



Fonte: Da autora.

Mais uma vez, o estado do Maranhão se encontra entre os estados mais alarmantes no quesito desmatamento, sendo seguido pelo Acre, Pará e Rondônia. O Amazonas apresenta desmatamento abaixo da média (Figura 7).

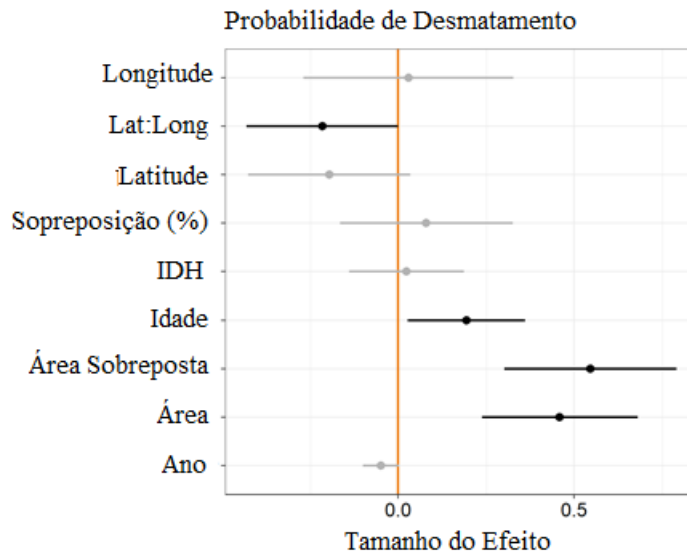
Figura 7 – Efeito da unidade federativa na área desmatada.



Fonte: Da autora.

A idade, a área e área sobreposta apresentam relações positivas com o desmatamento, sendo as áreas mais antigas, maiores e com maior área sobreposta as que mais sofrem desmatamento. Dentre esses efeitos, a sobreposição de área é a que exerce maior influência na área desmatada, sendo seguida da área da UC e posteriormente da idade (Figura 8).

Figura 8 – Efeito das variáveis independentes na área desmatada.



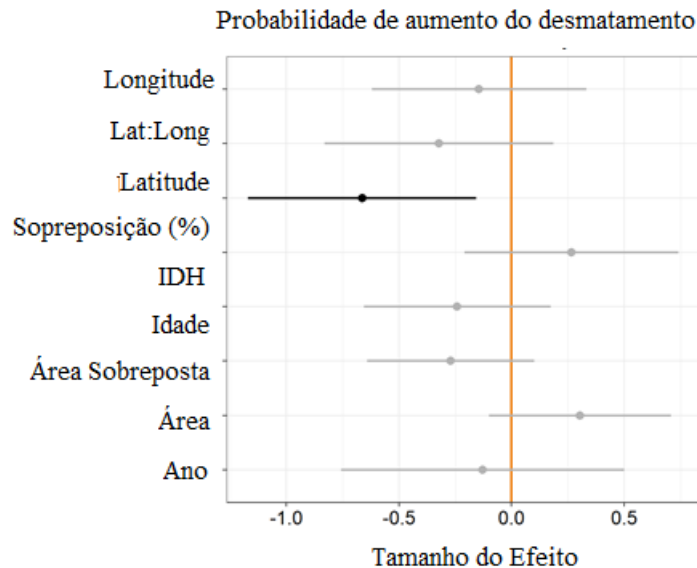
Fonte: Da autora.

Cerca de 24,09% das unidades de conservação analisadas não apresentaram desmatamento durante o período analisado, entre elas estão a Estação Ecológica Rio Acre, a Reserva Biológica do Lago Piratuba, a Floresta Nacional do Amazonas e o Parque Estadual Sumaúma. Dentre as unidades desmatadas, a Reserva Extrativista Jaci Paraná, localizada em Rondônia, foi a unidade que apresentou maior média de área desmatada por ano, seguida pelo Parque Estadual de Guajará Mirim e pela Área de Proteção Ambiental Triunfo do Xingu.

4.3 Tendência de Desmatamento

A tendência de desmatamento é analisada a partir de cada unidade ao longo do tempo. A única variável explicativa que exerceu influência sobre essa variável é a latitude, a qual indicou que a probabilidade de aumento do desmatamento é maior ao sul (Figura 9).

Figura 9 – Efeito das variáveis independentes na probabilidade de ocorrência do desmatamento.

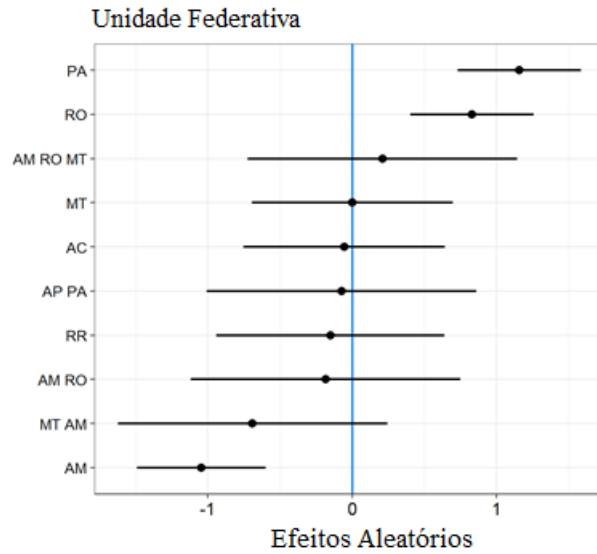


Fonte: Da autora.

4.4 Tendência de Aumento do Desmatamento

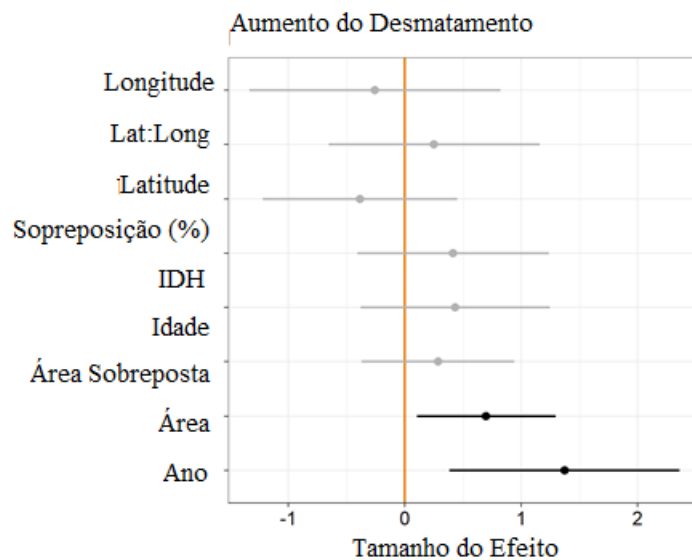
A tendência de aumento do desmatamento ao longo dos estados segue a mesma lógica das análises anteriores, e mostrou Pará e Roraima como os estados com maior tendência de aumento e Amazonas como o estado com menor tendência (Figura 10). UCs com áreas maiores e áreas de sobreposição com imóveis rurais mais significativas também apresentaram maior tendência de aumento do desmatamento, sendo esta explicada de maneira mais significativa pela área da UC (Figura 11).

Figura 10 – Efeito da unidade federativa na probabilidade de aumento do desmatamento.



Fonte: Da autora.

Figura 11 – Efeito das variáveis independentes na probabilidade de aumento do desmatamento.



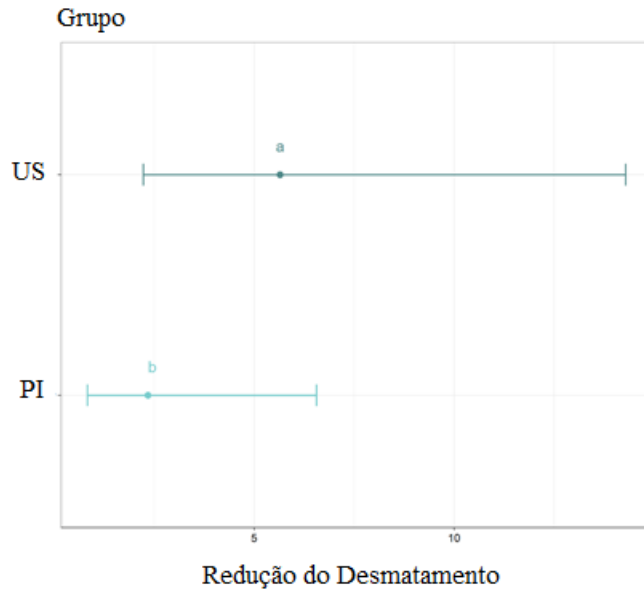
Fonte: Da autora.

4.1 Tendência de Redução do Desmatamento

O grupo de UCs exerce, mais uma vez, efeito na tendência de redução do desmatamento, de forma que UCs do grupo de US tenham tendência maior à redução (Figura 12). O Maranhão aparece como o estado com maior tendência à redução, enquanto o

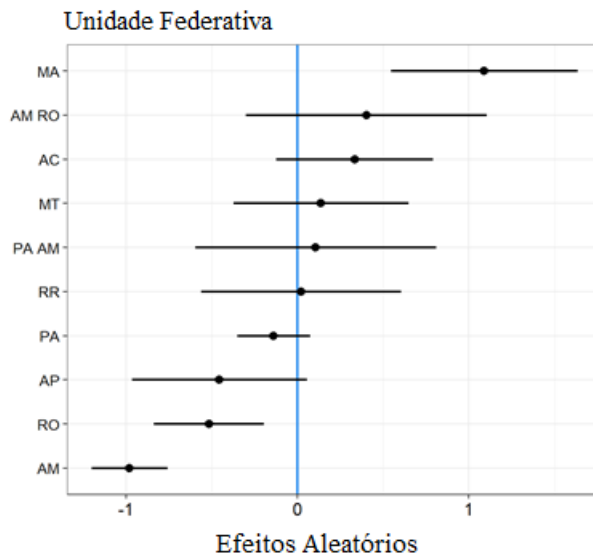
Amazonas aparece como o estado com menor tendência de redução (Figura 13). A área da UC, o percentual de sobreposição com imóveis rurais e a idade, exercem, nessa ordem, as maiores influências sobre a tendência de redução do desmatamento (Figura 14).

Figura 12 – Efeito do grupo na probabilidade de redução do desmatamento.



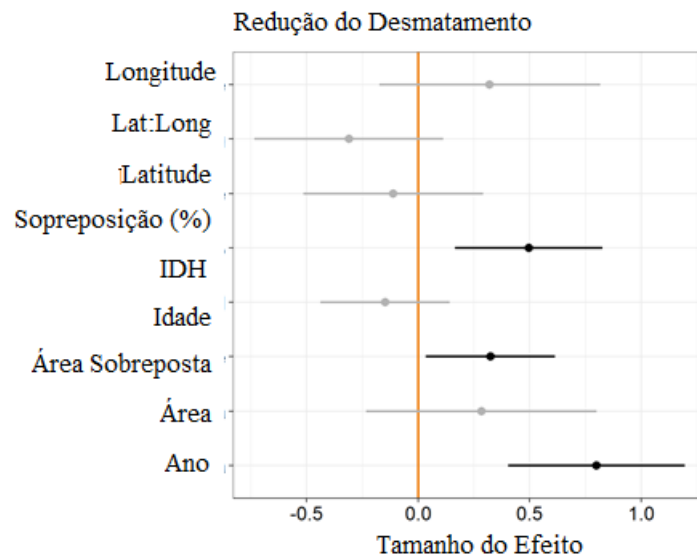
Fonte: Da autora.

Figura 13 – Efeito da unidade federativa na probabilidade de redução do desmatamento.



Fonte: Da autora.

Figura 14 – Efeito das variáveis independentes na probabilidade de redução do desmatamento.



Fonte: Da autora.

5. DISCUSSÃO

5.1 Regularização Fundiária

A correlação entre a situação fundiária e a ocorrência de desmatamento era um dos principais resultados esperados, de forma que a falta de regularização exercesse papel debilitante na proteção das unidades de conservação, e, portanto, aumentasse a probabilidade de ocorrência dos desmatamentos. Entretanto, de acordo com nosso modelo, tal correlação não foi encontrada, o que difere dos resultados encontrados na literatura (Kury, 2009; Nolte, Agrawal e Barreto, 2013; Rocha, Drummond e Ganem, 2010).

Atribuímos parte deste resultado à falta de informações suficientes no Cadastro Nacional de Unidades de Conservação (CNUC). Observando o objeto de estudo deste trabalho, 49,27% das unidades analisadas não apresentam preenchimento dos aspectos fundiários no CNUC. Somando-se à isso, 13,87% das unidades apresentam situação “Não informada”, totalizando 63,14% da amostra sem informações referentes à regularização fundiária. Trabalhando com a implementação do CNUC no estado do Piauí, Leite, Araújo e Duarte (2018), também indicaram necessidade de atualização mais efetiva de dados na plataforma. Faltam aos dados do CNUC precisão e confiabilidade (Rocha, Drummond e

Ganem, 2010), sendo necessário maior estímulo e redução da burocracia no preenchimento da plataforma pelos gestores das UCs. Também é importante ressaltar que, a falta de recursos humanos em quantidade adequada para a gestão causa sobrecarga dos gestores dessas áreas (Reis Neto *et al.*, 2020), indicando uma das possíveis causas da falta de preenchimento destes dados. Ferramentas como o CNUC, podem ter grande importância na disponibilização de informações para facilitar o manejo das unidades (Leite, Araújo e Duarte, 2018) e fornecer subsídios para pesquisas da temática, sendo importante tornar a plataforma mais acessível.

Apenas 23,36% das unidades analisadas se encontram regularizadas ou em processo de regularização, o que demonstra uma grande falha no processo de criação e gestão das unidades de conservação na região amazônica. A ausência da regularização fundiária nas unidades de conservação pode ocasionar nestas prejuízos à gestão (Rocha, Drummond e Ganem, 2010; Bruner *et al.*, 2001) e restrição de atividades de proteção (Kury, 2009), sendo que esta capacidade de controle dos limites exerce influência na intensidade de desmatamento. A inexistência de disputas relativas à posse ou direitos sobre a terra e a devida demarcação dos limites da mesma são alguns dos componentes fundamentais para se alcançar um manejo efetivo de uma área protegida, sendo o combate ao desmatamento realizado pelas áreas protegidas afetado pela situação fundiária da mesma, e a resolução destes conflitos deve ser alvo de atenção (Nolte, Agrawal e Barreto, 2013).

Neste sentido, foram realizadas tentativas de regularização das unidades estaduais do Amazonas, por meio de Concessões de Direito Real de Uso, contudo, estas não solucionam os conflitos e sobreposições de terra (Santos, 2013). As unidades elencadas (RDS do Uatumã, RDS do Rio Negro, RDS Piagaçu Purus, RDS Rio Madeira, RDS Rio Amapá, RDS Juma, RDS Mamirauá, RDS Amanã, RDS Canumã, RDS Cujubim, RDS Uacari, RDS Rio Gregório, RESEX Catuá-Ipixuna, RESEX Canutama, Floresta Estadual Maués) por Santos, em 2013, que receberam as concessões continuam com sobreposição por imóveis rurais atualmente, com exceção da RESEX Canutama.

Um dos possíveis fatores ligados à falta de regularização fundiária consiste na falta de clareza quanto ao processo a ser seguido, dado que o mesmo não é definido por uma única norma jurídica (Kury, 2009), dificultando o processo para os gestores das unidades. Apesar de atualmente ser possível ver iniciativas como a do ICMBio, que produziu uma cartilha de regularização fundiária de unidades de conservação federais com base na Instrução Normativa nº 02, de 3 de setembro de 2009, ainda existe a limitação para unidades estaduais e

municipais. A sobreposição de interesses existente nas áreas das unidades (Ferreira, 2013) e a falta de elaboração de estudos sobre a situação fundiária das áreas previamente à criação das unidades de conservação ainda agrava este problema que se mostra crônico na história brasileira (Rocha, Drummond e Ganem, 2010). Muitas das unidades já são criadas em meio à um cenário de conflitos territoriais, e a demora dos processos administrativos associada a falta de recursos financeiros para as indenizações necessárias atrasa a resolução deste problema (Ferreira, 2013).

5.2 Área

As unidades de conservação brasileiras apresentam uma grande variação nas suas dimensões. No sul do Brasil, dado a forma de uso e ocupação do solo estabelecida ao longo da história, as UCs apresentam áreas menores e desconectadas, seguindo a própria fragmentação do ambiente. Já no norte do país, região que abrange a área de estudo, as unidades apresentam maiores dimensões, tendo áreas de até 4 milhões de hectares. A área das unidades do estudo variam de 1,2 hectares a 4,45 milhões de hectares, com média de 428.643,41 hectares e mediana de 144.979,19 hectares. As dimensões acentuadas das unidades podem constituir um fator que dificulta as atividades de monitoramento e proteção das mesmas, de forma que a ocorrência de desmatamento tenha seu controle prejudicado. Isso explica a correlação entre a área da UC e o desmatamento nela ocorrido.

É importante ressaltar que, entre as dez unidades com maiores áreas desmatadas, quatro são Áreas de Proteção Ambiental (APA), categoria que é caracterizada por áreas extensas, onde já se prevê a ocupação humana e se assegura o ordenamento desse processo, tendo como objetivo a sustentabilidade do uso de recursos associada à proteção da biodiversidade (Brasil, 2000), sendo, portanto, esperada maior ocorrência de desmatamento nestas áreas. Entre as dez unidades com maior percentual de área desmatada, cinco são Florestas Estaduais, todas localizadas no estado de Rondônia. Essa categoria de UC tem o intuito principal de permitir o uso múltiplo e sustentável dos recursos florestais da área, principalmente de florestas nativas (Brasil, 2000), o que explica sua frequência entre os resultados, sendo possível que esse desflorestamento seja legal e baseado em Planos de Manejo Florestal Sustentável.

A ocorrência frequente dos estados Pará, Acre, Rondônia e Maranhão, não apenas entre os dados cumulativos de desmatamento, mas também na probabilidade de desmatamento (Pará e Maranhão) e na tendência de aumento do desmatamento (Pará e

Rondônia), apontam para mais uma confirmação da existência do “arco do desmatamento”, que delimita estes estados como parte da região de concentração do desmatamento histórico da Amazônia. Isso evidencia a importância do estabelecimento de áreas protegidas em regiões onde a pressão é acentuada, dado que a efetividade das mesmas em conter o desmatamento é substancialmente e estatisticamente significativa em áreas não remotas (Nelson e Chomitz, 2011).

5.3 Idade

Unidades mais antigas apresentaram maior probabilidade de desmatamento e maior área desmatada, acredita-se que isso ocorra em função do maior tempo para acumulação de eventos de desflorestamento. Áreas protegidas mais novas são mais eficientes em combater o desmatamento em função das mesmas estarem sendo alocadas em locais de maior pressão (Kere *et al.*, 2017; Nelson e Chomitz, 2011). A redução do desmatamento também se mostra mais provável, em função da probabilidade maior do estabelecimento de medidas de proteção por meio da gestão da unidade, além do maior conhecimento público dos limites da mesma. Kauano, Silva e Michalski (2017) indicam que a idade é normalmente correlacionada à melhores resultados na conservação, mas essa relação pode não ser sempre verdadeira.

5.4 Grupo

O grupo ao qual a unidade pertence exerceu influência na probabilidade de desmatamento, na área desmatada, e na tendência de redução do desmatamento. Sendo predominante para todas as variáveis resposta o efeito maior em unidades de uso sustentável em relação às de proteção integral. A maior probabilidade de desmatamento e área desmatada indicam o acúmulo desses eventos ao longo dos anos, principalmente para as UCs de US, quando comparadas às de PI. Tal resultado permite relacionarmos a tendência da redução do desmatamento também se demonstrar maior nessas unidades em função do fato de que, quanto mais área desmatada, menos área sobra para ser desmatada.

Pfaff *et al.* (2015) também encontraram relação entre o grupo e o desmatamento, indicando a maior ocorrência de desmatamento em unidades de conservação do grupo de uso sustentável. Nolte *et al.* (2013) encontram resultado similar, e atribuem o sucesso das áreas de proteção integral à regulamentação da área. Acrescentam ainda, que as unidades de uso sustentável também combatem o desmatamento, e atribuem parte disso à estas estarem localizadas em locais de maior pressão (Nolte *et al.*, 2013). O mesmo é indicado por Nelson e Chomitz (2011), que mostram maior efetividade das áreas protegidas de uso sustentável em

relação às de proteção integral especialmente em locais com alta pressão para utilização alternativa do solo, como para extração de madeira e agricultura. Contudo, independente do grupo ao qual pertencem, as unidades de conservação se mostram eficientes na inibição do desmatamento, não devendo ocorrer desvalorizações das mesmas em função do grupo ao qual pertencem (Nolte *et al.*, 2013). Amin *et al.* (2019) indicam, ainda, que a delimitação de uma área protegida reduz o desmatamento inclusive em seu entorno, indicando mais uma vez seu papel na conservação da biodiversidade.

5.5 Sobreposição com imóveis rurais

A sobreposição de imóveis rurais aos limites das unidades de conservação apresentou influência na probabilidade de desmatamento, na área desmatada e na tendência de aumento do desmatamento, demonstrando que a falta de destinação da titularidade das terras de forma integral à unidade pode afetar sua proteção de forma negativa.

Como explicitado anteriormente, os dados referentes à sobreposição com imóveis rurais foram retirados do Cadastro Ambiental Rural (CAR). Nunes *et al.* (2015) aponta que, em 2015, menos de dez estados brasileiros haviam dado início às inscrições no CAR. Apesar dos estados do Pará e do Mato Grosso se encontrarem entre os estados mais avançados em sua realização naquele momento, Nunes *et al.* (2015) conclui que o registro de imóveis no CAR ainda se mostrava insuficiente. A constante prorrogação dos prazos para inscrição no CAR pode ser um dos fatores que contribuem para esta baixa adesão (Portaria Ministério do Meio Ambiente nº100/2015, Lei nº 13.295/2016, Decreto nº 9.257/2017, Decreto nº 9.395/2018), sendo que o mesmo foi prorrogado por tempo indefinido pela Lei nº 13.887/2019, que apenas firmou benefícios para os inscritos até o fim do ano de 2020. Ademais, L’Roe *et al.* (2016), em estudo no estado do Pará, indica a possibilidade de alguns proprietários rurais não registrarem suas propriedades em sua integridade, contribuindo com mais um fator para a insuficiência e falta de legitimidade dos dados contidos no registro. Apesar de tudo isso, a ferramenta CAR pode ser considerada como uma das poucas mudanças estabelecidas pela Lei de Proteção à Vegetação Nativa que apresenta benefícios ambientais (Jung *et al.*, 2017), sendo uma importante ferramenta de monitoramento ambiental se aplicada de forma extensiva.

A sobreposição da área das unidades com imóveis rurais se relaciona de forma direta com a regularização fundiária, dada que a mesma consiste na discriminação e transferência da posse dos imóveis contidos na unidades ao órgão gestor da mesma. Desta forma, unidades

totalmente regularizadas não devem possuir, em sua área, sobreposição com imóveis rurais particulares. De acordo com a lei nº 9.985 de 2000, as áreas particulares incluídas nos limites de uma unidade de conservação devem ser desapropriadas, excetuando-se as categorias Monumento Natural e Refúgio de Vida Silvestre do grupo de Proteção Integral, e as categorias Área de Relevante Interesse Ecológico e Área de Proteção Ambiental, do grupo de Uso Sustentável. Somada à essas categorias, temos ainda as Reservas Particulares do Patrimônio Natural, também pertencentes ao grupo de US, que constituem, em si, áreas privadas gravadas com perpetuidade para a conservação da natureza (Brasil, 2000). Considerando que estas categorias representam 18,61% das unidades amostradas, o fato de 89,42% das unidades possuírem sobreposição com imóveis rurais chega a ser alarmante.

Os dados dos limites das propriedades rurais contidas no CAR, podem facilitar o processo de titulação de terras (L’Roe *et al.*, 2016), auxiliando na regularização fundiárias das unidades de conservação que possuem sobreposição com as mesmas. O registro no CAR também tem o potencial de incentivar a redução do desmatamento nas propriedades rurais no geral, dado que a titulação destas pode ser facilitada pela inexistência de infrações ambientais (L’Roe *et al.*, 2016). Contudo, Costa *et al.* (2018) indica que essa redução é apenas parcial, dado que esta só foi efetiva para pequenas propriedades no início do período pós implantação do registro, o que é reafirmado pelo resultado deste trabalho.

Fatores como a baixa disponibilidade de recursos financeiros alocados nas unidades e as disputas sobre a titularidade de terras afetam a capacidade de manejo das UCs, prejudicando sua capacidade de evitar o desmatamento (Nolte, Agrawal e Barreto, 2013). As pressões geradas pelos conflitos e disputas de terra são ainda, precursores de eventos PADDD (*Protected Areas Downgrading, Downsizing and Degazettement*), traduzidos como a redução das restrições legais em número, magnitude ou extensão das atividades humanas realizadas dentro de uma unidade (*downgrading*), a redução legal de sua área (*downsizing*) ou a perda de proteção legal de toda a unidade (*degazettement*) (Mascia *et al.*, 2014).

São previstas, por lei, formas de arrecadação monetária para a regularização fundiária das unidades de conservação brasileiras, como a destinação de 25% a 50% dos recursos obtidos pela cobrança de taxas de visitação em unidades de conservação de proteção integral (Brasil, 2000), a aplicação de recursos obtidos por meio da compensação ambiental (Brasil, 2002) e a compensação de Reserva Legal (Brasil, 2012). Estes mecanismos constituem ferramentas esporádicas, não permitindo um fluxo contínuo de entrada de recurso para a

resolução do problema, sendo importante serem criados mecanismos que de fato supram essa necessidade. De modo geral, em função das peculiaridades da situação fundiária brasileira, o poder público se mostra pouco empenhado em sua resolução, agravando ainda mais estes problemas (Rocha, Drummond e Ganem, 2010).

É importante ressaltar que, em unidades de conservação de uso sustentável, certa modificação da paisagem é permitida, de forma que é possível que parte do desmatamento ocorrido nessas áreas seja legal (Brasil, 2000). Temos como exemplos disso a extração madeireira para subsistência em Reservas Extrativistas, e a extração madeireira para fim comercial em Florestas Nacionais. Entretanto, a diferenciação entre o desmatamento legal e ilegal não ocorreu neste trabalho, sendo alvo para novas pesquisas referentes ao tema. Com base nos apontamentos realizados ao longo deste trabalho, sugere-se que sejam realizadas pesquisas referentes à diferenciação entre desmatamentos legais e ilegais. Além de uma investigação acerca de possíveis novas formas de destinação de recursos financeiros à regularização fundiária de unidades de conservação, dado que a situação fundiária das mesmas ainda se encontra extremamente precária. Ressalta-se ainda, que a plataforma do CNUC deve ser reanalisada e possivelmente reformulada, de forma que o preenchimento por parte dos gestores se torne mais simples e menos burocrático, e contribua tanto para a gestão de UCs quanto para a realização de pesquisas científicas.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A sobreposição de imóveis rurais aos limites das unidades de conservação constitui um fator de redução da efetividade de proteção das unidades, sendo o desmatamento considerado o fator de indicação desta relação. Sendo a sobreposição com imóveis rurais um indicador de irregularidade da situação fundiária de grande parte unidades, percebe-se que a inexistência da regularização fundiária afeta negativamente a proteção das UCs. Quase 90% das unidades de conservação contidas na Amazônia Legal, analisadas neste trabalho, possuem sobreposição com imóveis rurais. Apenas 12,41% da amostra se encontra regularizada, e 63,14% não contém informações referentes à regularização no cadastro nacional, o que indica a baixa qualidade dos dados contidos no Cadastro Nacional de Unidades de Conservação (CNUC). Aponta-se aqui a necessidade de facilitar o processo de preenchimento da plataforma CNUC pelos gestores das unidades de conservação, assim como a necessidade do estabelecimento de procedimentos de aferição destes dados, em função dos mesmo serem autodeclarados.

O desmatamento no bioma Amazônico é um tema tratado em uma grande quantidade de artigos científicos. Este trabalho atuou no intuito de identificar um dos fatores causais relativos ao desmatamento, possibilitando o direcionamento dos esforços para contenção da degradação de um remanescentes de vegetação nativa com importância global.

REFERÊNCIAS

AMIN, A. *et al.* **Neighborhood effects in the Brazilian Amazônia:** Protected areas and deforestation. *Journal of Environmental Economics and Management*, 93, p. 272-288, <https://doi.org/10.1016/j.jeem.2018.11.006>, 2019.

ARTAXO, P. *et al.* **Perspectivas de pesquisas na relação entre clima e o funcionamento da floresta amazônica.** São Paulo: Ciência e Cultura, v. 66, n. 3, 2014.

BARTON, K. **MuMIn:** Multi-Model Inference. R package version 1.43.17. <https://CRAN.R-project.org/package=MuMIn>, 2020.

BATES D.; MAECHLER, M.; BOLKER, B.; WALKER, S. **Fitting Linear Mixed-Effects Models Using lme4.** *Journal of Statistical Software*, 67(1), 1-48, 2015.

BIVAND, R.S.; PEBESMA, E.; GOMEZ-RUBIO, V. **Applied spatial data analysis with R,** Second edition. Springer, NY. <http://www.asdar-book.org/>, 2013.

BRASIL. **Decreto nº 4.340, de 22 de agosto de 2002.** Regulamenta artigos da Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000, que dispõe sobre o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza - SNUC, e dá outras providências. 2002.

BRASIL. **Decreto nº 9.395, de 30 de maio de 2018.** Prorroga o prazo de inscrição ao Cadastro Ambiental Rural – CAR. 2018.

BRASIL. **Decreto nº 9.257, de 29 de dezembro de 2017.** Prorroga o prazo de inscrição ao Cadastro Ambiental Rural – CAR. 2017.

BRASIL. **Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000.** Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. 2000.

BRASIL. **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012.** Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. 2012.

BRASIL. **Lei nº 13.295, de 14 de junho de 2016**. Altera a Lei n^o12.096, de 24 de novembro de 2009, a Lei n^o12.844, de 19 de julho de 2013, a Lei n^o12.651, de 25 de maio de 2012, e a Lei n^o10.177, de 12 de janeiro de 2001. 2016.

BRASIL. **Lei nº 13.887, de 17 de outubro de 2019**. Altera a Lei n^o12.651, de 25 de maio de 2012, que dispõe sobre a proteção da vegetação nativa e dá outras providências. 2019.

BRASIL. **Portaria nº 100, de 04 de maio de 2015**. Prorroga o prazo estabelecido nos art. 29, §3o e art. 59, §2 o da Lei n o 12.651, de 25 de maio de 2012. 2015.

BRUNER, A. G. *et al.* **Effectiveness of Parks in protecting tropical biodiversity**. Science, v. 291, 2001.

CAVALCANTE, J. L. **A Lei de Terras de 1850 e a reafirmação do poder básico do estado sobre a terra**. Histórica, 2005.

COSTA, M. A. *et al.* **Epidemiologically inspired approaches to land-use policy evaluation: The influence of the Rural Environmental Registry (CAR) on deforestation in the Brazilian Amazon**. Elem Sci Anth, 6: 1. DOI:<https://doi.org/10.1525/elementa.260>. 2018.

FEARNSIDE, P. M. **Desmatamento na Amazônia brasileira: dinâmica, impacto e controle**. Acta Amazônia, v. 36(3), p. 395-400, 2006.

FEARNSIDE, P. M. **Deforestation in Brazilian Amazon: history, rates and consequences**. Conservation Biology, v. 19(3), p.680-688, 2005.

FERREIRA, G. H. C. **Regularização fundiária e as unidades de conservação no Brasil: um desencontro histórico**. São Paulo: Agrária, n. 18, p. 76-113, 2013.

HARTING, F. **DHARMa: Residual Diagnostics for Hierarchical (Multi-Level / Mixed) Regression Models**. R package version 0.3.2.0. <https://CRAN.R-project.org/package=DHARMa>, 2020.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE. **Cartilha de Regularização Fundiária de Unidades de Conservação Federais**. Acesso em: 14 de Agosto de 2021. Disponível em: https://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/comunicacao/cartilha_de_regularizacao_fun_diar.pdf. Acesso em: 13 nov. 2021.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE. **Efetividade de Gestão das unidades de conservação federais**. Avaliação comparada das aplicações do método Rappam nas unidades de conservação federais, nos ciclos 2005-06 e 2010. Relatório em versão integral. Brasília, 2012.

JENKINS, C. N.; JOPPA, L. **Expansion of the global terrestrial protected area system**. *Biological Conservation*, 142, p. 2166-2174, 2009.

JUNG, S. *et al.* **Brazil's National Environmental Registry of Rural Properties: Implications for Livelihoods**. *Ecological Economics*, 136, p. 53-61, 2017.

KAUANO, E. E.; SILVA, J. M. C.; MICHALSKI, F. **Illegal use of natural resources in federal protected areas of the Brazilian Amazon**. *PeerJ*, v. 5, 2017. doi: 10.7717/peerj.3902.

KERE, E. N. *et al.* **Addressing Contextual and Location Biases in the Assessment of Protected Areas Effectiveness on Deforestation in the Brazilian Amazônia**. *Ecological Economics*, 136, p. 148-158, doi:10.1371/journal.pone.0022722, 2017.

KURY, K. A. **Regularização Fundiária em Unidades de Conservação: o caso do Parque Estadual do Desengano/RJ**. Campos dos Goytacazes: Boletim do Observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamego, v.3, n.2, 2009.

L'ROE, J. *et al.* **Mapping properties to monitor forests: Landholder response to a large environmental registration program in the Brazilian Amazon**. *Land Use Policy*, n. 57, p. 193-203, 2016.

LE SAOUT, S. *et al.* **Protected Areas and Effective Biodiversity Conservation**. *Science*, vol. 342, nov. 2013.

LEITE, J.P.R.; ARAÚJO, D.L.S.; DUARTE, M.D.D.C. **Reflexos e considerações sobre a implementação do Cadastro Nacional de Unidades de Conservação do estado do Piauí**. *Períodico da Universidade do Vale do Rio Verde*, v. 2, n. 1, 2018.

LENTH, R. **emmeans: Estimated Marginal Means, aka Least-Squares Means**. R package version 1.4.8. <https://CRAN.R-project.org/package=emmeans>, 2020.

MARGULIS, S. **Causas do Desmatamento da Amazônia brasileira**. 1ª edição, Brasília, 2003.

MASCIA, M. B. *et al.* **Protected area downgrading, downsizing, and degazettement (PADDD) in Africa, Asia, and Latin America and the Caribbean, 1900-2010.** *Biological Conservation*, v. 169, p. 355-361, 2014.

MENEZES, T. C. C. **A regularização fundiária e as novas formas de expropriação rural na Amazônia.** *Estudos Sociedade e Agricultura*, v. 23, n. 1, 2015.

NELSON, A.; CHOMITZ, K. M. **Effectiveness of Strict vs. Multiple Use Protected Areas in Reducing Tropical Forest Fires: A Global Analysis Using Matching Methods.** *PLoS ONE* 6(8), doi:10.1371/journal.pone.0022722, 2011.

NOBRE, C. A.; SAMPAIO, G.; SALAZAR, L. **Mudanças climáticas e Amazônia.** São Paulo: Ciência e Cultura, v. 59, n. 3, 2007.

NOLTE, C. *et al.* **Governance regime and location influence avoided deforestation success of protected areas in the Brazilian Amazon.** *PNAS*, v. 110, n. 13, p. 4956-4961, <http://www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.1214786110>, 2013.

NOLTE, C.; AGRAWAL, A.; BARRETO, P. **Setting priorities to avoid deforestation in Amazon protected areas: are we choosing the right indicators?** *Environmental Research Letters*, 2013.

NUNES, S. S. *et al.* **A 22 year assessment of deforestation and restoration in riparian forests in the eastern Brazilian Amazon.** *Environmental Conservation*, 42 (3), 2015.

OLIVEIRA, U. *et al.* **Biodiversity conservation gaps in the Brazilian protected áreas.** *Scientific Reports*, 7:9141, doi:10.1038/s41598-017-08707-2, 2017.

PFAFF, A. *et al.* **Protected area types, strategies and impacts in Brazil's Amazon: public protected area strategies do not yield a consistent ranking of protected area types by impact.** *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 2015. <https://doi.org/10/gdm4bm>.

QIN, S. *et al.* **Protected areas downgrading, downsizing and degazettement as a threat to iconic Protected areas.** *Conservation Biology*, v. 33, n. 6, p. 1275-1285. DOI: 10.1111/cobi.13365. 2019.

R CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing.** R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>, 2021.

RAJÃO, R. *et al.* **The rotten apples of Brazil's agribusiness.** Science, v. 369, p. 246-248, 2020.

REIS NETO, A. F. *et al.* **Lei Federal nº 13.800/2019: aspectos conceituais para utilização de fundos patrimoniais em unidades de conservação no Brasil.** Veredas do Direito, Belo Horizonte, v. 17, n. 38, p. 219-243, 2020. Disponível em: <http://www.domhelder.edu.br/revista/index.php/veredas/article/view/1710>. Acesso em: 01 nov. 2021.

ROCHA, L. G. M.; DRUMMOND, J. A.; GANEM, R. S. **Parques nacionais brasileiros: problemas fundiários e alternativas para a sua resolução.** Curitiba: Rev. Sociol. Polít., v. 18, n. 36, p. 205-226, 2010.

SCHLOERKE, B. *et al.* **GGally: Extension to 'ggplot2'.** R package version 2.1.1. <https://CRAN.R-project.org/package=GGally>, 2021.

VITEL, C. S. M. N.; FEARNSSIDE, P. M.; GRAÇA, P. M. L. A. **Análise da inibição do desmatamento pelas áreas protegidas na parte sudoeste do arco de desmatamento.** p.6377-6384. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 14., 2009, Natal: INPE. [Anais].

SOARES-FILHO, B. S. *et al.* **Cenários de desmatamento para a Amazônia.** Estudos Avançados, v. 19, n. 54, 2005.

TAPIASSU, L.; GROS-DESORMAUX, J-R, CRUZ, G. A. C. **Regularização Fundiária e Política Ambiental: incongruências do Cadastro Ambiental Rural no Estado do Pará.** Revista Brasileira de Políticas Públicas, v. 7, n. 2, p. 187-202, 2017.

WICKHAM, H. **ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis.** Springer-Verlag New York, 2016.

ZELLER, R. H. **Aplicabilidade dos planos de manejo de oito parques nacionais do sul e sudeste do Brasil.** Dissertação (Mestre em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008.