

FLORESTAS NACIONAIS NA AMAZÔNIA BRASILEIRA: DESMATAMENTO E PRESSÕES DE USO DA TERRA (2018- 2021)

NATIONAL FORESTS IN THE BRAZILIAN AMAZON: DEFORESTATION AND LAND USE PRESSURES (2018-2021)

Luiz Henrique Almeida Gusmão*, Daniel Araújo Sombra**, Cassiano Gustavo Messias***, Vagner Luis Camilotti****

* Divisão de Observação da Terra e Geoinformática, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, luizgusmao.geo@gmail.com

** Núcleo de Meio Ambiente, Universidade Federal do Pará, dsombra@ufpa.br

*** Divisão de Observação da Terra e Geoinformática, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, cassianomessiaslavras@gmail.com

**** Divisão de Observação da Terra e Geoinformática, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, vagner.camilotti@gmail.com

<http://dx.doi.org/10.5380/raega.v60i0.91638>

Resumo

As Florestas Nacionais (FLONAS) da Amazônia brasileira são importantes unidades de conservação, no entanto, têm sofrido pressões antrópicas, principalmente da agropecuária e da mineração. Este trabalho visa avaliar o desmatamento e contextualizar os principais vetores de pressão antrópica presentes em cada FLONA do bioma. A pesquisa utilizou dados de desmatamento do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e informações de uso e cobertura da terra do MAPBIOMAS, para o período de 2018 a 2021, que foram destacados em mapas temáticos. Os resultados da pesquisa identificaram que: a) as FLONAS do sudoeste do Pará, como Jamanxim, Altamira e Itaituba II concentraram a maioria do desmatamento ocorrido entre 2018 e 2021; b) a maioria das FLONAS registrou aumento de desmatamento entre 2018 e 2021; c) as pastagens foram identificadas como as principais responsáveis pelo desmatamento das FLONAS; d) o sudoeste do Pará e o norte de Rondônia concentraram a maioria das FLONAS mais desmatadas até o ano 2021; e) as FLONAS mais pressionadas por usos da terra estão próximas de rodovias e das frentes agropecuárias; e) grande parte das FLONAS perdeu menos de 2% das florestas de seus territórios; e, f) prevalece grande contraste da perda de florestas entre as FLONAS.

Palavras-chave:

Exploração madeireira, Criação de gado, Monitoramento ambiental, Floresta Amazônica.

Abstract

The National Forests (FLONAS) of the Brazilian Amazon are crucial environmental conservation units; however, they have faced anthropogenic pressures, primarily from agriculture and mining. This study aims to assess deforestation and contextualize the main anthropogenic pressure vectors present in each conservation unit of this category. The research utilized deforestation data from the National Institute for Space Research (INPE) and land use and land cover information from

MAPBIOMAS for the period from 2018 to 2021, which were highlighted in thematic maps. The research results identified that: a) FLONAS in southwest Pará, such as Jamanxim, Altamira, and Itaituba II, concentrated most of the deforestation occurring between 2018 and 2021; b) Most FLONAS recorded an increase in deforestation between 2018 and 2021; c) Pastures were identified as the primary drivers of deforestation in FLONAS; d) Southwest Pará and Northern Rondônia concentrated the majority of the most deforested FLONAS by 2021; e) FLONAS facing the most pressure from land use are near highways and agricultural fronts; f) A large portion of FLONAS lost less than 2% of their forest areas; and, g) There is a significant contrast in forest loss among FLONAS.

Keywords:

Logging, Cattle ranching, Environmental monitoring, Amazon Rainforest.

I. INTRODUÇÃO

As unidades de conservação (UCs) desempenham um papel fundamental na Amazônia, sendo elementos essenciais para a preservação da rica biodiversidade, sequestro de carbono e manutenção de serviços ecossistêmicos cruciais, além de uma barreira contra o avanço do desmatamento no bioma (RYLANDS; BRANDON, 2005; NEPSTAD et al., 2006; PELLIN et al., 2022; SOARES-FILHO et al., 2023). Essas áreas desempenham um papel-chave na absorção e armazenamento de carbono, contribuindo para mitigar os efeitos das mudanças climáticas (RICKETTS et al., 2010; SOARES-FILHO et al., 2010). Além disso, as UCs fornecem suporte crucial para as populações indígenas e comunidades locais, ao promover práticas de manejo sustentável e salvaguardar modos de vida tradicionais (SOUZA et al., 2013; CALLE et al., 2014; SOUSA et al., 2018). Em última análise, o estabelecimento e a eficaz gestão das unidades de conservação na Amazônia são imperativos para garantir a sobrevivência a longo prazo deste ecossistema vital, salvaguardando não apenas a diversidade biológica, mas também o equilíbrio ambiental e o bem-estar humano.

Dentre as 12 categorias de UCs estabelecidas no Brasil pelo Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), um arcabouço legal estabelecido para ordenar a criação e gestão das áreas protegidas no país (BRASIL, 2000), as Florestas Nacionais (FLONAs) são categorizadas como unidades de uso sustentável e visam conciliar a preservação ambiental com atividades econômicas de forma sustentável. Inicialmente criadas pelo Código Florestal de 1965 com o intuito principal de proteger reservas minerais, na década de 2000 essa categoria ganhou objetivos mais amplos com o Programa Nacional de Florestas (VERÍSSIMO; BARRETO, 2004). Atualmente, estas áreas têm como objetivo fundamental o manejo dos recursos naturais, permitindo a extração controlada de produtos florestais, como madeira e frutos, de modo a assegurar a conservação da biodiversidade, proteger ecossistemas frágeis e, simultaneamente, prover benefícios socioeconômicos às comunidades locais (BRASIL, 2000). Assim, as FLONAs representam uma abordagem equilibrada para a utilização

racional dos recursos naturais, alinhada à preservação dos valores ecológicos inestimáveis presentes na Amazônia brasileira.

As 34 FLONAs hoje existentes na Amazônia brasileira, cobrindo uma área de 182.013,5 km² (ICMBIO, 2023), desempenham um papel crucial na conservação da biodiversidade, no manejo sustentável dos recursos florestais e na socioeconomia regional (IBAMA; WWF-Brasil, 2007). A FLONA Tapajós, por exemplo, é reconhecida pela sua diversidade de plantas e animais de diferentes grupos, aquáticos e terrestres (BROCARD; GIACOMIN, 2021). Naquelas com populações tradicionais em seu interior, as FLONAs provêm uma fonte de renda e de subsistência pelo manejo dos recursos florestais extrativistas (p.ex., MCGRATH et al., 2004; SILVA et al., 2010; FÉLIX-SILVA et al., 2018). Além disso, a localização de muitas FLONAs em áreas de fronteira agropecuária no bioma forma uma barreira para o avanço do desmatamento ilegal e essas funcionam como áreas de amortecimento para unidades de proteção integral (VERÍSSIMO; BARRETO, 2004).

No entanto, as FLONAs enfrentam desafios por pressões oriundas do avanço da fronteira agropecuária, extração ilegal de madeira, mineração e ocupação ilegal (p.ex., NUNES et al., 2012; COSTA et al., 2015; DUARTE et al., 2019), além de desafios para viabilizar a concessão para a iniciativa privada para extração legal de madeira (VERÍSSIMO; BARRETO, 2004; RODRIGUES et al., 2020). O fato de UCs de uso sustentável terem sido estabelecidas principalmente em regiões de alta pressão humana contribui para isso (SALOMÃO et al., 2011; COSTA et al., 2015; DUARTE et al., 2019). De acordo com o relatório de efetividade de gestão das UCs federais elaborado pelo IBAMA e WWF-Brasil em 2007 (IBAMA; WWF-Brasil, 2007), as FLONAs apresentavam à época uma vulnerabilidade média (48%) e apresentavam proteção comprometida principalmente pelo fácil acesso às áreas, grande demanda por recursos naturais, dificuldade de monitoramento, entre outros fatores, apresentando uma efetividade de gestão de 40%. O relatório ainda lista uma série de pressões e ameaças, destacando a presença de espécies exóticas invasoras, extração de madeira e influências externas como as atividades mais críticas, mais frequentes e com maiores tendências de crescimento dentro das FLONAs.

A necessidade de monitoramento do estado de conservação das UCs é fundamental para a efetividade da gestão dessas áreas. Embora existam dados disponíveis acerca do desmatamento e degradação dentro das UCs (p.ex., a plataforma TerraBrasilis; INPE, 2024c), existe uma lacuna de análise e síntese dessas informações integradas com dados de uso e cobertura da terra, importantes para se pensar a gestão do território (MAEDA et al., 2023). Compreender as atuais ameaças e impactos é essencial para o planejamento de ações dentro e no entorno das UCs. Nesse contexto, olhando exclusivamente para as FLONAs no bioma Amazônia, este estudo avalia os impactos internos e as ameaças externas dessas UCs, trazendo uma atualização do estado dessas áreas

em relação ao uso e cobertura da terra. O artigo faz uma análise do período 2018 a 2021, apresentando a evolução temporal nesse período e o acumulado de desmatamento e dos usos da terra do período e busca responder as seguintes questões: (1) Quais são as FLONAs que sofreram maior perda de cobertura florestal por desmatamento? (2) Onde essas FLONAs estão localizadas? (3) Quais são as pressões externas e internas em termos de usos da terra que afetam as FLONAs? O estudo é relevante na compreensão dos padrões espaciais e das causas de perda florestal dessas unidades de conservação em conjunto, haja vista que outros trabalhos foram desenvolvidos para FLONAs individualmente (p.ex., COHENCA, 2007; NUNES et al., 2012; COSTA et al., 2015; NORONHA et al., 2019), permitindo identificar as FLONAs mais sensíveis às pressões antrópicas na região amazônica.

II. MATERIAIS E MÉTODOS

Área de estudo

O bioma amazônico brasileiro possui 34 FLONAs (Figura 1) que compreendem extensão territorial de aproximadamente 182.013,5 km² (ICMBIO, 2023). A maioria das FLONAs está situada nos estados do Pará (14) e do Amazonas (11); as demais estão em Rondônia (3), Acre (3), Roraima (2), Amapá (1) e outra está localizada entre os territórios do Pará e do Amazonas. Inexistem FLONAs demarcadas até o momento nos estados do Mato Grosso, Tocantins e Maranhão. A criação da maioria das FLONAs ocorreu nas décadas de 1980 e 2000. Elas estão principalmente localizadas em Florestas Ombrófilas Densas em uma região de clima equatorial, abrangendo zonas úmidas e super úmidas (IBGE, 2002) e situadas em bacias sedimentares Fanerozóicas ou em Crátons Neoproterozóicos, com solos predominantes do tipo Latossolos ou Argissolos (IBGE, 2024). Essas FLONAs estão predominantemente concentradas na Bacia do Rio Amazonas (IBGE, 2024), reconhecida como a maior bacia hidrográfica do mundo, caracterizada pela abundância de rios e elevado volume de água.

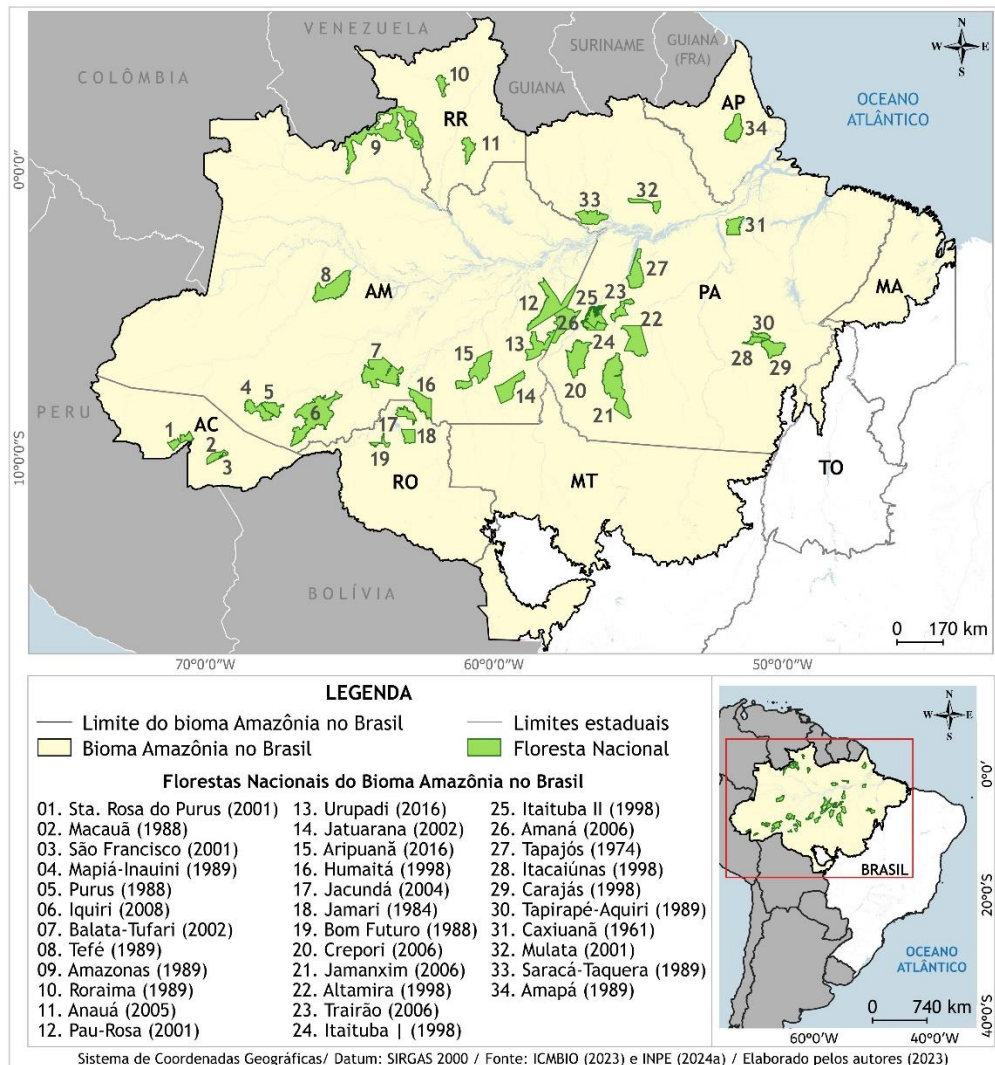


Figura 1 - Localização, identificação e ano de criação das Florestas Nacionais do bioma amazônico, Brasil (2023).
(Fonte: os autores, a partir de dados do ICMBIO, 2023 e INPE, 2024a).

Aquisição e processamento dos dados

Inicialmente, arquivos vetoriais das UCs federais foram obtidos por meio do site do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBIO) (ICMBIO, 2023), dos quais foram filtradas somente as Florestas Nacionais, com o uso do software de geoprocessamento QGIS. A delimitação dos polígonos que delimitam as FLONAs foi realizada por diferentes institutos, tais como pelo Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal (IBDF) e Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), cujos arquivos foram confeccionados desde a escala 1:100.000 até 1:250.000 (INDE, 2023).

Em seguida, foram obtidos os dados de desmatamento dos anos de 2018, 2019, 2020 e 2021, para as 34 Florestas Nacionais da Amazônia. Esse recorte temporal se deve ao fato de que as 34 FLONAs foram criadas em momentos distintos. Portanto, esse período abrange o pós-criação de todas as unidades analisadas. Os dados

foram obtidos do Programa de Monitoramento da Floresta Amazônica Brasileira por Satélite (PRODES), disponíveis na plataforma “PRODES – Desmatamento nas UCs” (INPE, 2024b). Os dados são produzidos pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) por meio de interpretação de imagens de satélites, com o objetivo de monitorar o desmatamento anual por corte raso e por meio da degradação progressiva da floresta na Amazônia (INPE, 2024a). A área mínima mapeada é de 6,25 hectares para todo o território amazônico (INPE, 2024a). O INPE calcula a área desmatada a partir de imagens Landsat que cobrem toda a Amazônia, as quais têm resolução espacial (tamanho do pixel) de 30 x 30 m, sendo usadas também imagens do satélite Sentinel (10 x 10 m de resolução espacial) nos casos de grande recorrência de nuvens (INPE, 2024a).

Os dados de desmatamento foram organizados e tabulados em planilhas eletrônicas do Excel para calcular o total de desmatamento ocorrido em cada ano nas FLONAs da Amazônia. Com os dados totais foram calculadas as variações do desmatamento ocorridas entre 2018 e 2021 (em números absolutos e relativos) para cada Floresta Nacional, a partir das seguintes fórmulas:

$$DESv (\%) = \frac{(DES_{2021} - DES_{2018}) * 100}{DES_{2018}} \quad (1)$$

Onde:

DESv (%) 2021/2018 – variação relativa do desmatamento entre o ano de 2021 e 2018.

DES 2021 – área desmatada no ano de 2021.

DES 2018 – área desmatada no ano de 2018.

$$DESv_{2021-2018} = DES_{2021} - DES_{2018} \quad (2)$$

Onde:

DESv 2021-2018 – variação absoluta do desmatamento entre o ano de 2021 e 2018

DES 2021 – área desmatada no ano de 2021

DES 2018 – área desmatada no ano de 2018

Os valores obtidos pelas fórmulas acima foram acrescentados à tabela de atributos que acompanha o arquivo vetorial das FLONAs na Amazônia, por meio do software livre e gratuito QGIS 3.28.7 (QGIS DEVELOPMENT TEAM, 2023), junto com os dados acumulados até 2021 de área desmatada em percentual e área total da FLONA em km². A partir dos arquivos vetoriais das FLONAs, foram gerados centroides para cada unidade para, a partir deles, representar espacialmente os valores de desmatamento através de mapas temáticos para cada Unidade. Para isso, dois métodos cartográficos propostos por Martinelli (2011) foram adotados: figuras proporcionais e coroplético, utilizando as variáveis do alfabeto cartográfico nos dois métodos. O método de figuras proporcionais foi utilizado para visualizar a área absoluta de aumento ou redução de desmatamento no período 2018-2021, bem como a área da FLONA em km². O método coroplético, por sua vez,

foi utilizado para demonstrar a variação percentual positiva ou negativa no desmatamento dentro do período analisado e o desmatamento acumulado percentual no interior da FLONA até 2021.

O uso da terra dentro e no entorno das FLONAs foi analisado a partir dos dados do Projeto Mapbiomas (Projeto de Mapeamento Anual do Uso e Cobertura da Terra no Brasil), coleção 8 (MAPBIOMAS, 2023). O MapBiomas utiliza uma abordagem avançada de sensoriamento remoto e aprendizado de máquina para mapear e monitorar as mudanças na cobertura e uso da terra no Brasil. Por meio de imagens de satélite de alta resolução, as quais são segmentadas e processadas, algoritmos de classificação são treinados por especialistas para reconhecer padrões em diferentes categorias, como florestas, agricultura e áreas urbanas. A classificação automática é aplicada às imagens ao longo do tempo, permitindo a detecção de mudanças significativas, como desmatamento e expansão urbana. Os resultados são validados e consolidados temporalmente para produzir mapas detalhados e precisos de uso da terra. Esses dados são disponibilizados publicamente, contribuindo para a compreensão e monitoramento das transformações ambientais e apoiando decisões relacionadas à conservação e gestão do território (MAPBIOMAS, 2023).

Para produzir os mapas de uso e cobertura da terra com as FLONAs do bioma Amazônia, utilizou-se o plugin “Mapbiomas Collection 8.0”, ferramenta de extensão dentro do software QGIS. Com o arquivo vetorial do bioma Amazônia e as informações georreferenciadas do Mapbiomas, usou-se a ferramenta “Polígonos Invertidos”, que destaca as informações somente dentro do bioma Amazônia. Para analisar numericamente a área ocupada por pastagem, agricultura e mineração no bioma Amazônia e de algumas FLONAs, foram utilizados dados de área ocupada por esses usos obtidos da plataforma interativa do projeto Mapbiomas, na aba “Mapas e Dados” e “Estatísticas” (MAPBIOMAS, 2023). A associação de cada FLONA com os usos da terra foi analisada por meio de uma Análise de Componentes Principais (ACP) utilizando o pacote *vegan* (OKSANEN et al., 2022) para o software R (R CORE TEAM, 2023). Essa análise multivariada permite reduzir a dimensionalidade dos dados, identificar padrões de variação e destacar as principais relações entre as variáveis, facilitando assim a interpretação dos resultados e a compreensão das características que mais influenciam na distribuição dos usos da terra em relação às FLONAs (BORCARD et al., 2018).

III. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O desmatamento nas FLONAs localizadas no bioma Amazônia em 2018 foi de 126,3 km², ao passo que em 2021 alcançou 302,5 km². Esse resultado aponta aumento de 139,5% ou 176,2 km², indicando uma constante expansão do desmatamento das FLONAs no quadriênio 2018-2021 (Figura 2a). Essa tendência é corroborada

por estudos que apontam que as FLONAs estão entre as UCs mais afetadas pelo desmatamento na Amazônia (p.ex., DUARTE et al., 2019; PELLIN et al., 2022). O resultado reflete o aumento no desmatamento em UCs e em Terras Indígenas (TIs) na Amazônia, as quais perderam em média 0.08×10^6 ha.ano⁻¹ (0,04% ano⁻¹) (QIN et al., 2023). Dentro do bioma, tanto as unidades de proteção integral quanto as de uso sustentável, assim como as TIs, enfrentam práticas ilegais de desmatamento, mineração e extração de madeira (ARAÚJO et al., 2017; TESFAW et al., 2018; RORATO et al., 2021; QIN et al., 2023). Tal pressão tem levado inclusive à desafetação de parte da área de UCs no bioma, inclusive de FLONAs (MARQUES; PERES, 2015; MARCUARTÚ et al., 2017).

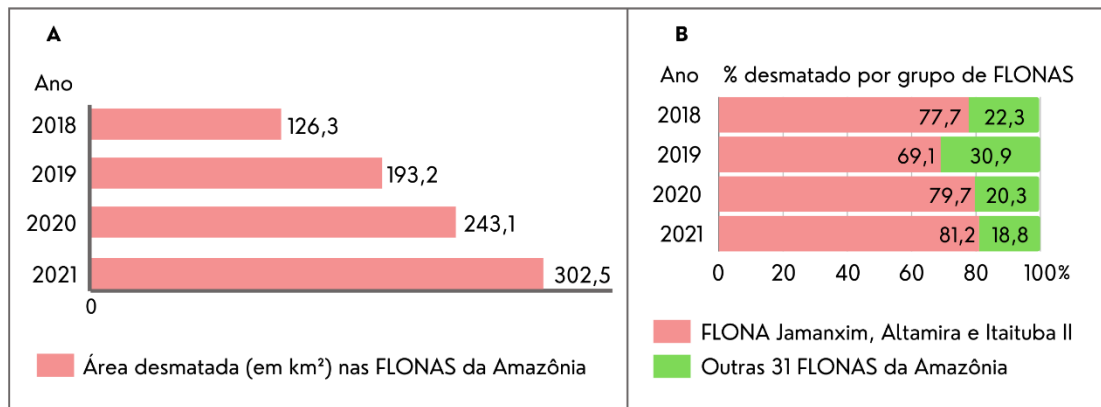


Figura 2 - (A) Desmatamento em km² ocorrido em todas as Florestas Nacionais do bioma Amazônia; (B) Percentual desmatado por grupo de FLONAs do bioma Amazônia (2018-2021). (Fonte: os autores, a partir de dados do INPE, 2024b).

A Figura 3 destaca o contraste na perda acumulada de cobertura florestal das FLONAs em relação à área total dessas até o ano de 2021. A maioria perdeu até 2% do total de florestas do território. O norte de Rondônia e o sudoeste do Pará concentram a maioria das FLONAs mais desmatadas da Amazônia. A perda da área florestal nessas regiões variou de 3,7% a 18,4%. Em posição oposta, os estados do Amazonas, Acre, Roraima e Amapá apresentaram as menos desmatadas com taxa de perda inferior a 1,8%. As maiores proporções de área desmatada ocorreram em Bom Futuro (18,4%), Jamanxim (16,3%) e Itacaiúnas (15,2%). Em relação à área total desmatada dentro das FLONAs, três delas (Jamanxim, Altamira e Itaituba II) foram responsáveis pela maior parte do desmatamento, especialmente em 2021, quando compreenderam 81,2% do total desmatado (Figura 2b). Isso significa que, a cada 100 km² desmatados nas FLONAs do bioma Amazônia, aproximadamente 81,2 km² ocorreram nessas três unidades de conservação.

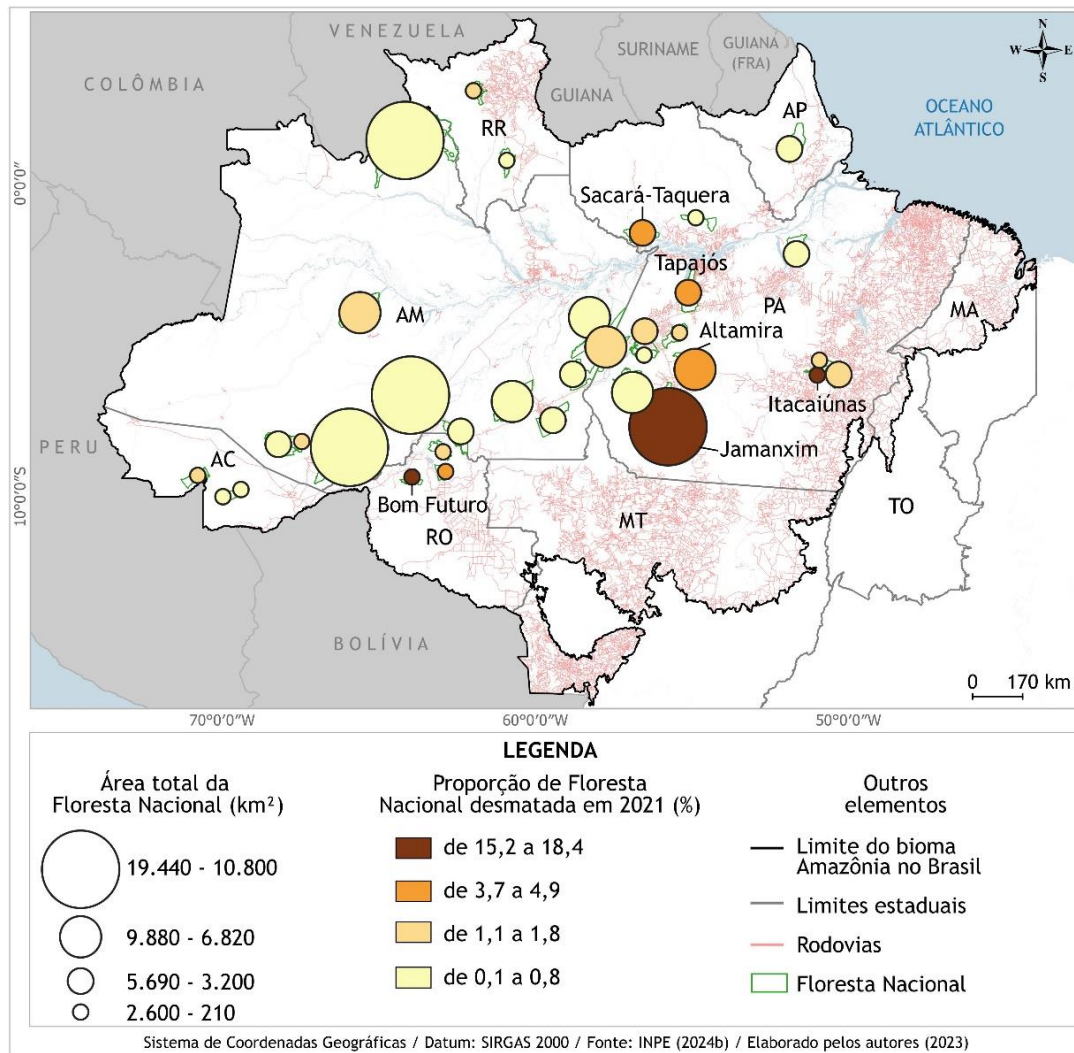


Figura 3 - Área total da Floresta Nacional e proporção de desmatamento acumulado até 2021.
(Fonte: os autores, a partir de dados do INPE, 2024b).

Na FLONA de Bom Futuro, em Rondônia, o aumento do desmatamento decorre em muito pelos solos férteis da região que atraem pequenos agricultores e pecuaristas, além de garimpeiros e madeireiros, exacerbando o problema devido à fragilidade institucional das UCs de uso sustentável (PEDLOWSKI et al., 2005; RIBEIRO; VERÍSSIMO, 2007). Além disso, as hidrelétricas construídas no Rio Madeira têm sido apontadas como vetor do desmatamento na unidade e de especulação fundiária (COSTA et al., 2015). Devido a essas pressões, parte da unidade foi desafetada para permitir atividades agropecuárias e regularização fundiária, resultando na criação de duas novas unidades de conservação (uma Área de Proteção Ambiental e uma Floresta Estadual) para mitigar os danos (COSTA et al., 2015).

A FLONA de Itacaiúnas, a mais oriental das demais listadas, encontra-se em uma região consolidada do avanço da fronteira agrícola no Pará (POCCARD-CHAPUIS et al., 2020), entre os municípios de São Félix do Xingu

e Marabá, o primeiro e o terceiro município com maior área desmatada no Pará, respectivamente, e Parauapebas, onde está sediada, que aparece na 69ª posição em desmatamento no estado (INPE, 2024a). A região é um dos principais polos de mineração no estado e uma fronteira antiga e já consolidada do avanço agropecuário, principalmente da pecuária, com um crescente aumento da cultura da soja (NEVES et al., 2014; SOUZA-FILHO et al., 2016; MENDES; GOMES JÚNIOR, 2021).

As FLONAs de Jamanxim, Altamira e Itaituba II, localizadas no sudoeste do Pará, estão na região que registrou o maior aumento do desmatamento, conforme indicado na Figura 4. As três UCs estão localizadas em municípios (Novo Progresso, Altamira e Itaituba, respect.) listados entre os 10 que mais desmataram no Pará (INPE, 2024a). Essa região, atravessada pela BR-163, foi o principal foco de desmatamento em 2021, seguida pelo norte de Rondônia (FLONA de Bom Futuro). A BR-163 tem um impacto significativo no desmatamento e no uso da terra na Amazônia. Sua pavimentação e melhoramento, iniciados na década de 1970, facilitaram o acesso à região, promovendo a migração e a ocupação intensiva ao longo de seu trajeto. Este processo acelerou a expansão da fronteira agrícola e o aumento da extração madeireira, muitas vezes de forma ilegal, contribuindo substancialmente para a conversão de vastas áreas de floresta em áreas agrícolas e pastagens, intensificando os conflitos fundiários e a grilagem de terras (CASTRO, 2007; FEARNside, 2007; BRITO; CASTRO, 2018). Além disso, a BR-163 se tornou um corredor crucial para o escoamento da produção de soja do Centro-Oeste brasileiro, incentivando ainda mais a expansão agrícola em áreas previamente intactas da Amazônia (GARRETT et al., 2013; GOLLNOW et al., 2017). Como consequência, UCs e TIs na área de influência da BR-163 estão sob forte pressão devido à especulação fundiária, mineração e à extração ilegal de madeira (DOBLAS, 2015).

A FLONA do Jamanxim, uma das UCs que mais emite carbono por desmatamento (COLLINS; MITCHARD, 2017), é alvo de interesses especulativos para a expansão da pecuária. Metade do desmatamento dentro da unidade ocorreu após sua criação em 2006 (KLINGLER; MACK, 2020). O uso do Cadastro Ambiental Rural (CAR) tem sido empregado para assegurar a posse da terra dentro da FLONA, resultando em pressão política para a redução da área da unidade (MARQUES; PERES, 2015; KLINGLER; MACK, 2020). Gama et al. (2023), ao trabalhar com cenários futuros, estimou um aumento de 1,52% (198,79 km²) no desmatamento de floresta primária na FLONA do Jamanxim até 2030. Analisando a série histórica de desmatamento do PRODES para a FLONA de Altamira até 2009, Nascimento et al. (2011) concluíram que as políticas ambientais até então não tinham sido eficazes em controlar o aumento do desmatamento dentro da unidade, influenciado pelo avanço da agropecuária ao longo do eixo da BR-163. Pelas pressões internas e externas às unidades, tanto a FLONA de

Itaituba II quanto Itaituba I estão sob pressão para terem parte de suas respectivas áreas desafetadas para regularização das terras ocupadas irregularmente para uso agropecuário e minerário (MARQUES; PERES, 2015).

A região conhecida como o “Arco do Povoamento Consolidado”, outrora chamada de “Arco de Desmatamento” (BECKER, 2009), é o local de maior pressão antrópica sobre as FLONAs. Essa faixa de ocupação abrange o leste, o sudeste, o sul e o sudoeste da Amazônia, sendo a região mais desmatada do bioma (OVIEDO et al., 2019; MESSIAS et al., 2021). Neste contexto, a partir do mapa da Figura 4, é possível observar diferentes padrões espaciais de desmatamento. Em 18 FLONAs (53% do total) houve desmatamento, predominantemente com taxa superior a 90%, distribuídos pelo sudoeste do Pará, norte de Rondônia e sul do Amazonas. Em outras seis (17,7% do total) houve redução, com destaque para o sudoeste e norte do Amazonas, assim como o sudeste do Pará, próximo às áreas de mineração de Carajás. Em outras seis (17,7% do total), não houve registro no ano de 2021. E, quatro (11,6% do total) voltaram a registrar apenas em 2021. Logo, a condição de desmatamento das FLONAs da Amazônia foi assimétrica, com taxas variando de -66,9% a 2.785%.

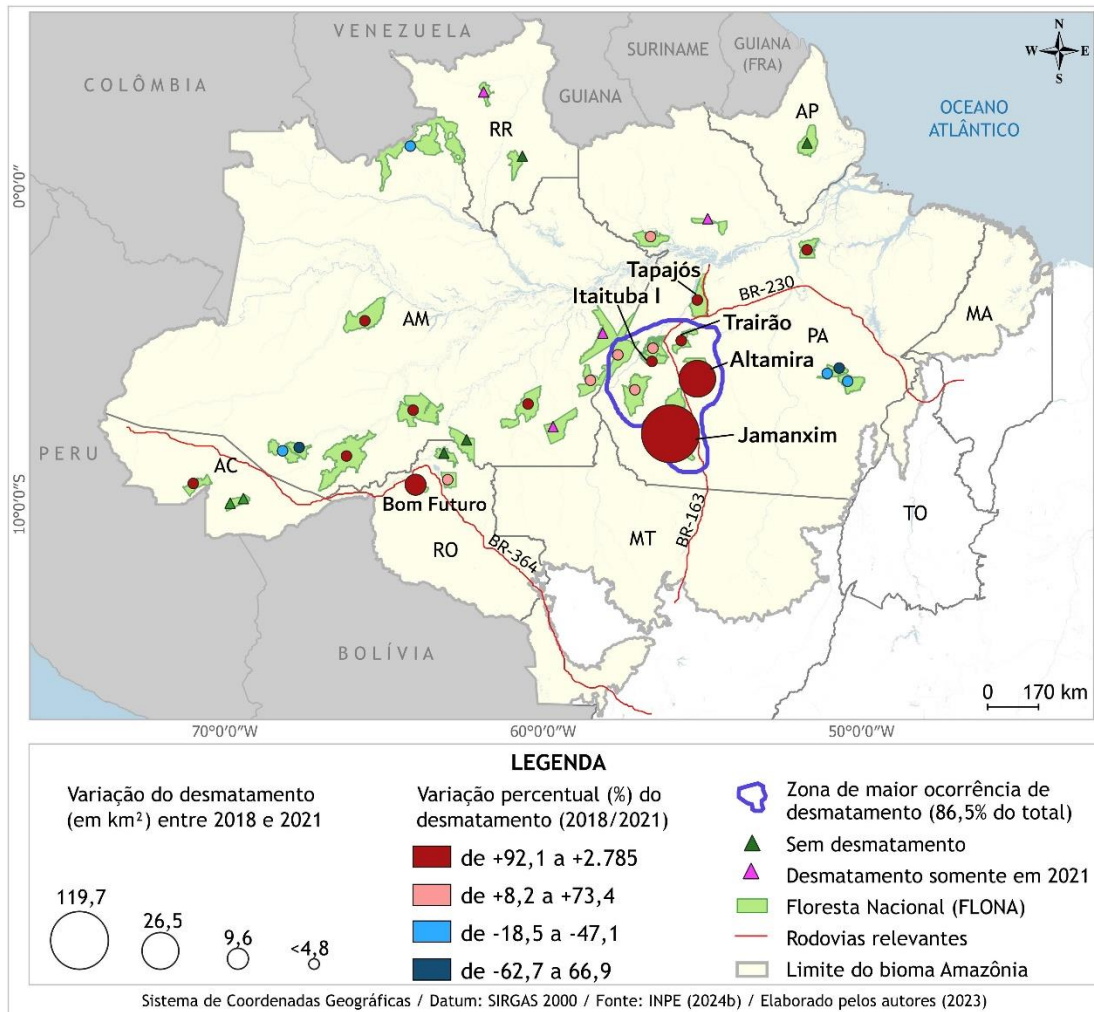


Figura 4 - Variação absoluta e relativa do desmatamento ocorrido em todas as FLOAs do bioma Amazônia entre 2018 e 2021. (Fonte: os autores, a partir de dados do INPE, 2024b).

A variação no desmatamento pode ser explicada pela pressão externa exercida sobre as FLOAs pelo contexto regional onde estão inseridas. O estudo de Pellin et al. (2022), por exemplo, apontou que o desmatamento em áreas protegidas da Amazônia seria muito mais um produto da acessibilidade e do avanço da fronteira agrícola do que da efetividade da gestão delas. Como observado na Figura 4 também sugere que as FLOAs sofrem pressões antrópicas diferenciadas devido à maior ou menor proximidade de rodovias. Por exemplo, a influência das estradas na pressão antrópica sobre a FLONA do Jamari pode corresponder a 60% da área da unidade (NUNES et al., 2012). Nas FLOAs de Ariupanã e Urupadi, no sul do Amazonas, o desmatamento está associado à proximidade dessas unidades com a rodovia Transamazônica e suas vicinais, além da proximidade com rios navegáveis, o que facilita a extração ilegal de madeira (BARBER et al., 2014; DUARTE et al., 2019). Da mesma forma, as áreas mais desmatadas na FLONA do Jamaxim estão localizadas próximas a estradas, assentamentos e rios (GAMA et al., 2023), permitindo que o desmatamento avançasse para o interior

da unidade em locais distantes a mais de 35 km da BR-163 (ver Figura 7). Tal efeito da acessibilidade provido por estradas e rodovias na Amazônia sobre unidades de conservação tem sido observado para as demais categorias de proteção, inclusive para TIs (BARBER et al., 2014; PFAFF et al., 2014; SILVA-JUNIOR et al., 2023). Para as FLONAs e outras unidades de conservação, a política de planejamento e controle de rodovias deve ser cuidadosamente deliberada pelo Estado e pela sociedade. A abertura de estradas e rodovias necessita de uma avaliação criteriosa, pois inevitavelmente acarreta pressões para a modificação do uso da terra e o desmatamento.

A Figura 5 descreve a relação entre as 34 FLONAs e os três usos da terra considerados (pastagem, agricultura e mineração) por meio da Análise de Componentes Principais (ACP). O primeiro eixo (PC1, horizontal) separou melhor as FLONAs onde ocorre predominantemente pastagens (à esquerda) e mineração (à direita) e explicou 65% da variabilidade do uso da terra dentro das FLONAs. O segundo eixo (PC2, vertical) separou principalmente as FLONAs com a maior área de agricultura das demais, não necessariamente sendo o uso predominante dentro delas, explicando 34% da variabilidade no uso da terra. O uso para pastagens nas áreas desmatadas foi observado em todas as 34 FLONAs, a agricultura em 15 e a mineração em 12 delas.

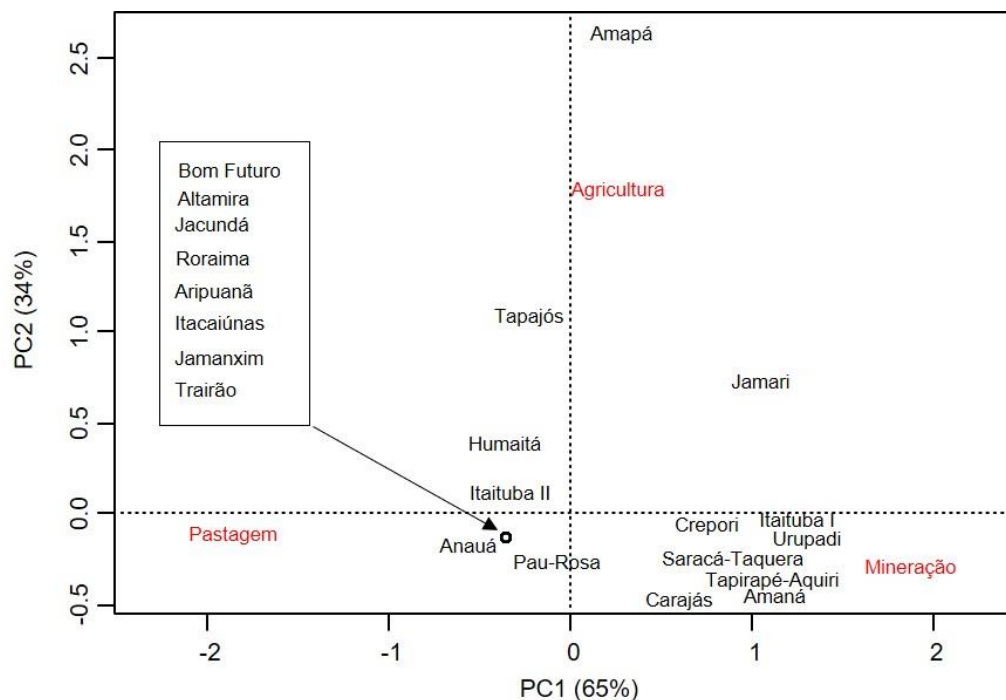


Figura 5 - FLONAs do bioma Amazônia a partir da Análise de Componentes Principais sobre uso da terra. (Fonte: os autores, a partir de MAPBIOMAS, 2023).

A área de pastagens dentro das FLONAs foi a mais expressiva, compreendendo 2.900,9 km², seguida pela mineração (363,87 km²) e pela agricultura (16,50 km²). A situação das FLONAs reflete a tendência geral do bioma Amazônico (Figura 6), onde pastagens ocupam 54,4 milhões de hectares, superando a agricultura (7 milhões de hectares) e a mineração (272 mil hectares) (MAPBIOMAS, 2023). O uso predominante da terra para pastagem, associado à pecuária extensiva, é o principal responsável pelo desmatamento na região, principalmente pela necessidade de pouco preparo do solo, baixos níveis de capital e poucas restrições quanto ao relevo e às áreas recém-desmatadas (WOOD; PORRO, 2002; ALVES, 2009; RIVERO et al., 2009).

Nas três FLONAs que concentraram a maior parte do desmatamento, as pastagens corresponderam a 99% dos usos dentro da FLONA do Jamanxim e 97% em Altamira e em Itaituba II (Figura 7). Em termos absolutos de área de pastagem, a FLONA do Jamanxim apresentou a maior área de pastagens entre as demais, com 1.795 km², seguida pelas FLONAs de Altamira (250,60 km²), Itacaiunas (163,05 km²) e Bom Futuro (134,21 km²). As demais, apresentaram área inferior a 100 km². O estudo de Marcuartú et al. (2017) mostrou a persistência do desmatamento na FLONA Jamanxim entre 2000 e 2014, com a principal conversão das florestas em pastos, atribuída em parte à grilagem de terras por ausência ou conveniência do Estado. Em 2021, a área de pastagem nessa FLONA foi vinte vezes maior do que em 2000, quando tinha apenas 86,89 km² (MAPBIOMAS, 2023). Em Jamanxim e Altamira, ambas localizados às margens da BR-163, trata-se um fenômeno pretérito com raízes no processo de ocupação do interior da Amazônia, a partir das frentes agropecuárias vindas do norte do Mato Grosso (SILVA, 2021).

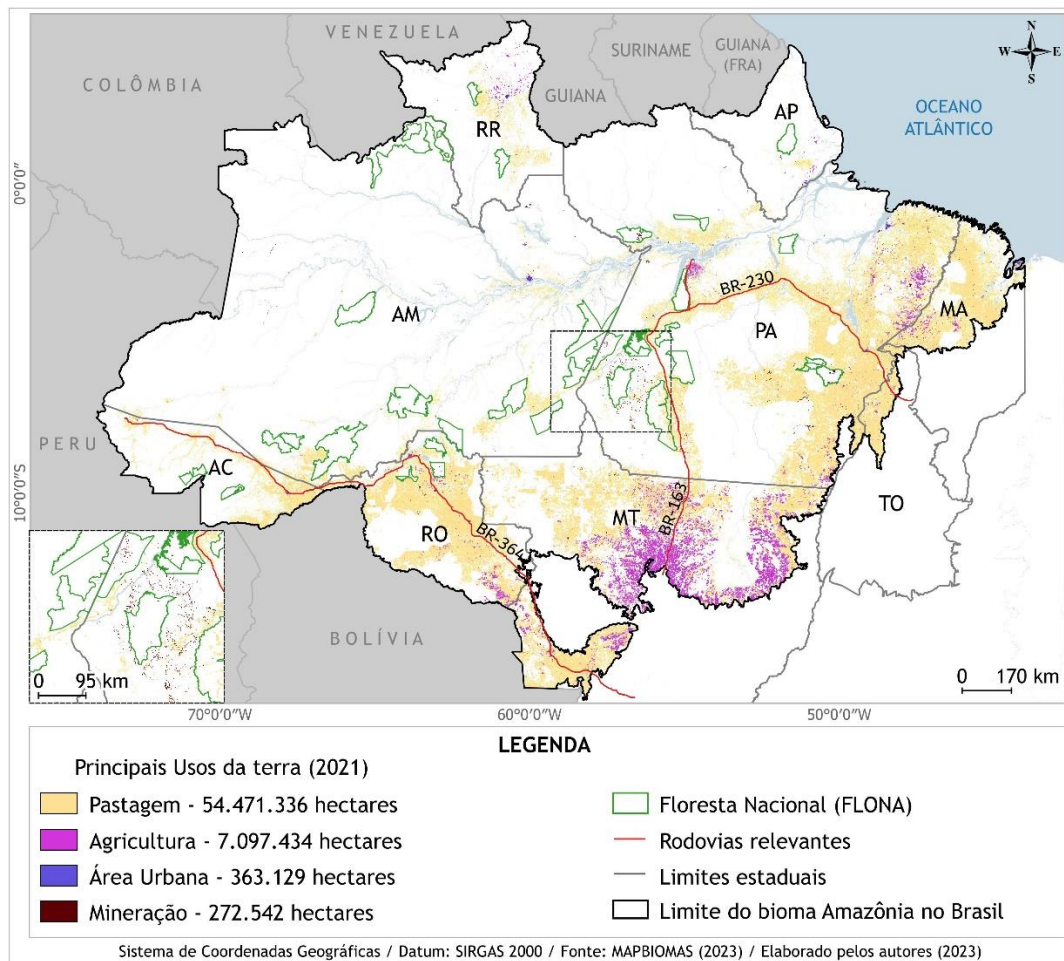


Figura 6 - Florestas Nacionais e usos da terra mais representativos no bioma Amazônia em 2021. O recorte destaca as áreas com maior área de mineração, principalmente de garimpo. (Fonte: os autores, a partir de MAPBIOMAS, 2023).

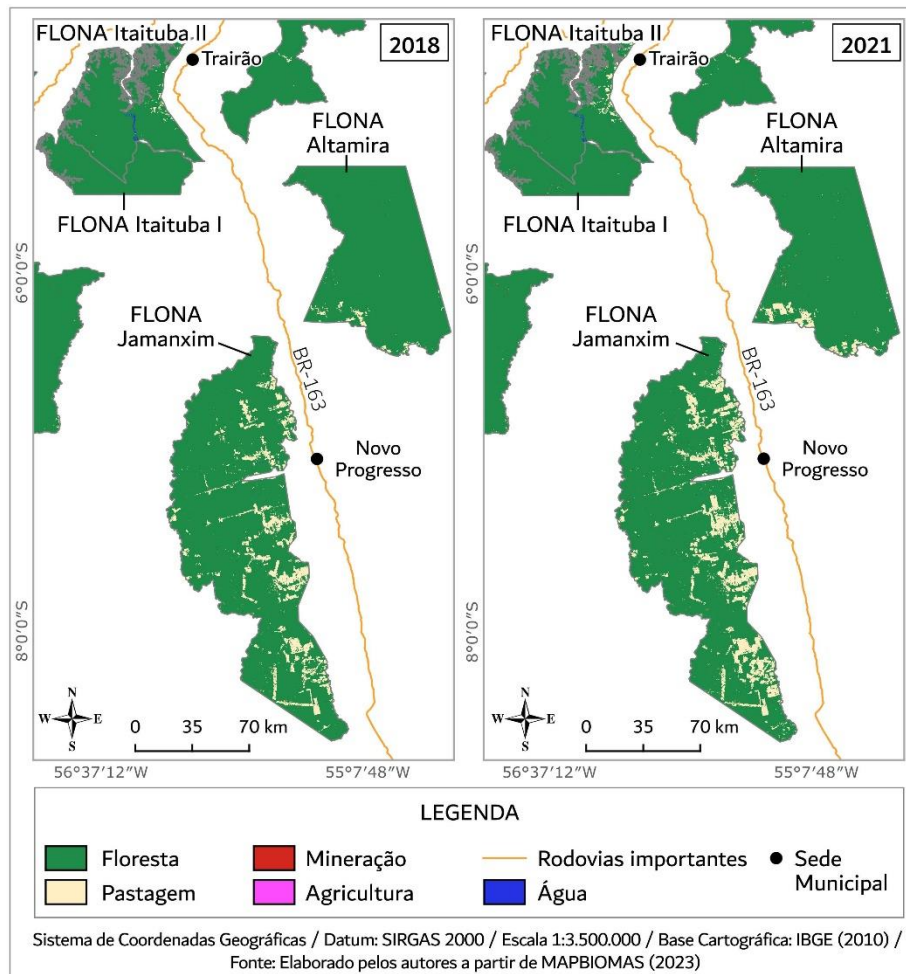


Figura 7 - Floresta, pastagem, mineração e agricultura das FLONAs com concentração de desmatamento de todo bioma Amazônia em 2018 e 2021. (Fonte: os autores, a partir de MAPBIOMAS, 2023).

O uso para agricultura dentro das FLONAs teve sua maior expressão na FLONA do Tapajós (PA) (11,77 km²), Jamari (RO) (2,16 km²) e do Jamanxim (PA) (1,21 km²). Apenas na Flona do Amapá (AP) o uso agrícola foi maior do que os demais, abrangendo 0,45 km². As demais 11 com agricultura dentro das áreas desmatadas apresentaram área inferior a 1 km². A associação dessas FLONAs com o uso agrícola é observada na Figura 5, estando as mesmas associadas positivamente ao eixo vertical (PC2) da ACP. Na região do Tapajós, sob influência da BR-163 e da infraestrutura portuária, a cultura da soja tem crescido nos municípios ao longo da rodovia (FEARNSIDE, 2007; OLIVEIRA et al., 2013).

As informações geográficas do MAPBIOMAS (2023) também identificaram cultivos de soja em Rondônia, próximos às FLONAs Jamari e do Bom Futuro (Figura 8). Na FLONA do Tapajós, embora o plano de manejo permita o desmatamento de até três hectares (dois em área de vegetação secundária e um hectare em área de vegetação primária) pelas populações tradicionais residentes na unidade, Cohenca (2007) observou áreas superiores a essas desmatadas dentro da mesma, influenciadas pelo preço dos produtos agrícolas.

Assim como as FLONAs de Bom Futuro e do Jamari, a do Tapajós está imersa em uma paisagem sob pressão do aumento da área cultivada no entorno (Figura 8). No Jamari, a pressão agrícola ocorre no sul e oeste do território, com cultivos próximos às cidades de Itapuã do Oeste, Cujubim e Rio Crespo. Já na FLONA Bom Futuro, a pressão ocorre na porção norte e nordeste, nas proximidades da rodovia BR-364. Essas FLONAs estão inseridas em eixos logísticos estratégicos da Amazônia para a exportação de grãos, como soja e milho, nos quais os rios Tapajós e o Madeira desempenham papel fundamental no escoamento de mercadorias (MTPA, 2017). Estudos têm apontado a correlação entre a expansão da soja e as infraestruturas de suporte à atividade (hidrovias, portos, armazéns e estradas) com o desmatamento em vários municípios amazônicos (FEARNSIDE, 2007; GARRETT et al., 2013). No entanto, essa associação entre soja e desmatamento pode estar ocorrendo indiretamente, uma vez que as áreas de cultivo apresentam uma tendência de ocupar áreas já desmatadas anteriormente para pastagem, o que poderia ser o caso das áreas dentro das FLONAs, e deslocar a pecuária para novas áreas de floresta (RIVERO et al., 2009; DOMINGUES; BERMAN, 2012; COHN et al., 2016).

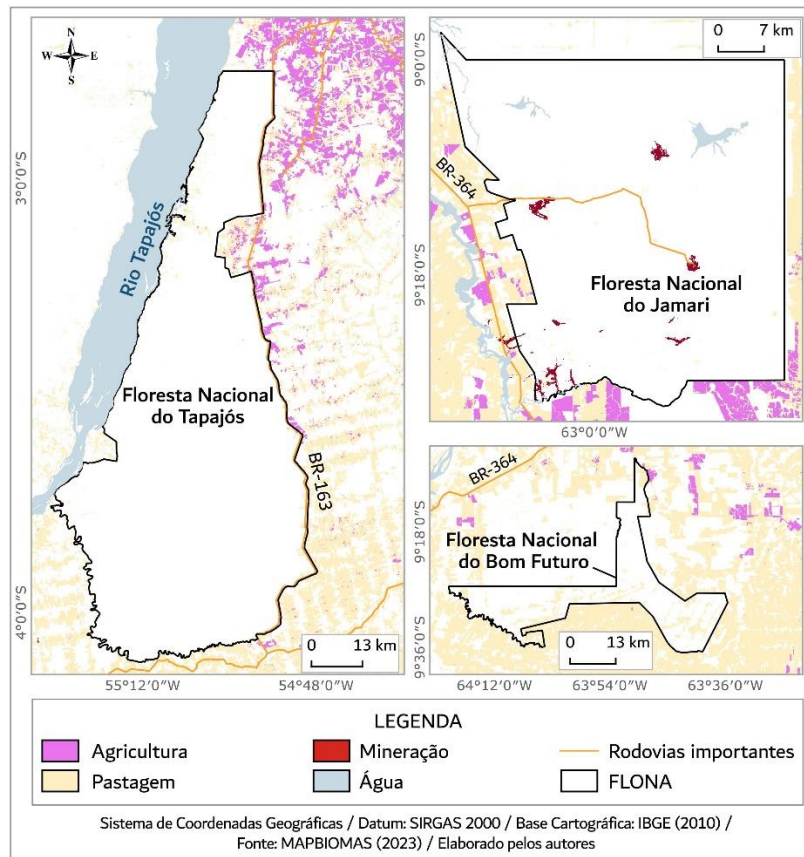


Figura 8 - Florestas Nacionais do bioma amazônico com maior presença ou ameaçada por agricultura (2021). (Fonte: os autores, a partir de dados do MAPBIOMAS, 2023).

A mineração, embora menos prevalente que outras formas de uso da terra, também ocorre dentro das FLONAs. A análise de componentes principais (PC1) mostrou a predominância da mineração nas FLONAs Saracá-Taquera, Carajás, Amaná, Tapirapé-Aquiri, Crepori, Jamari, Urupadi e Itaituba I. Enquanto é proibida em Unidades de Conservação (UCs) federais de proteção integral, a legalidade da mineração em unidades de uso sustentável, como as FLONAs, é controversa (Lima, 2006). A mineração industrial, especialmente na Serra dos Carajás, influenciou a criação de unidades de conservação, dentre elas as FLONAs de Saracá-Taquera, Carajás, Tapirapé-Aquiri e Jamari (WANDERLEY, 2008). O garimpo, mais comum no sudoeste do Pará, foi observado nas FLONAs de Itaituba I, Itaituba II, Crepori, Amaná e Jamaxim (Figura 9). Na FLONA do Jamari, dados apontam que a mineração impactou 1% da área da unidade (NUNES et al., 2012). FLONAs como Ariupanã e Urupadi possuem pedidos de exploração mineral (DUARTE et al., 2019). Os resultados apontam que a mineração tem pressionado as FLONAs, podendo aumentar o desmatamento nas unidades, além de causar impactos diversos para o ecossistema dentro da unidade, como o observado na FLONA do Amaná, onde atividades garimpeiras têm degradado as margens dos rios e alterado a qualidade da água, ameaçando espécies ainda não descritas pela ciência (BELTRÃO et al., 2016).

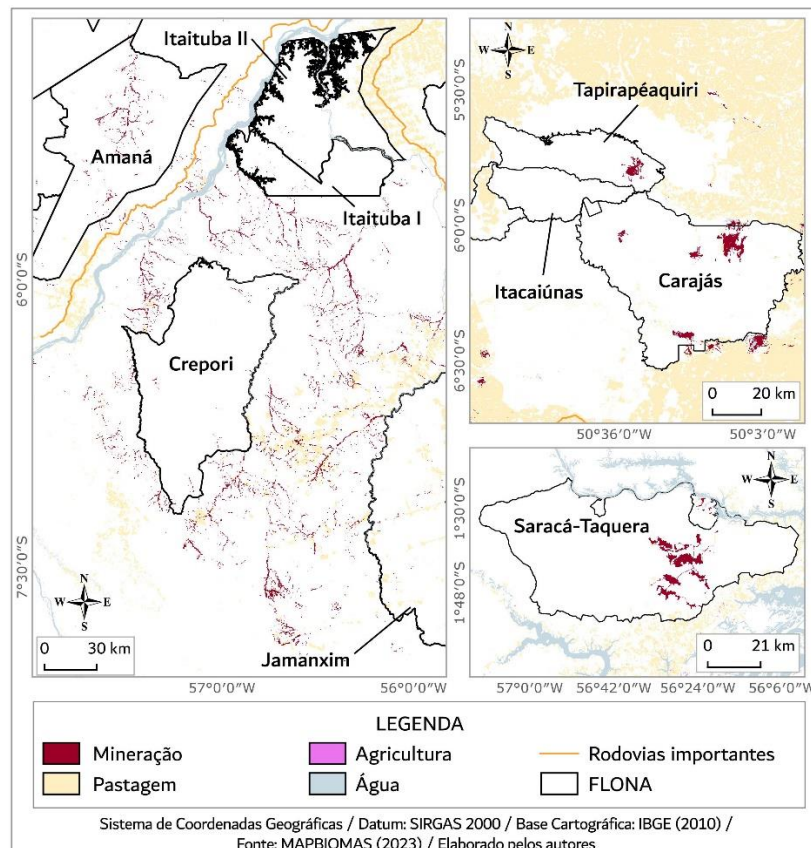


Figura 9 - Florestas Nacionais do bioma Amazônia com maior presença ou ameaçada por mineração (2021). (Fonte: os autores, a partir de dados do MAPBIOMAS, 2023).

Os resultados desse estudo apontam para uma tendência crescente de desmatamento dentro das FLONAs que, como discutido, seguem uma tendência para as UCs na Amazônia. As FLONAs foram criadas tendo como objetivo principal a conservação e o uso sustentável direto dos recursos florestais por elas protegidos, estando hoje em vigor concessões florestais em seis delas no bioma (quatro delas no estado do Pará – Saracá-Taquera, Crepori, Altamira, Caxiuanã – e duas em Rondônia – Jacundá e Jamari) para extração de madeira por corte seletivo (SFB, 2023). A princípio, as áreas consideradas como desmatamento nesse estudo, pela área mínima mapeada pelo PRODES (6,25 ha), não seriam resultado do manejo florestal de acordo com a análise de Monteiro et al. (2013) para a FLONA de Jamari. De acordo com a análise do autor, as áreas sob concessão dentro da unidade estariam dentro dos padrões estabelecidos, com os maiores impactos sendo observados fora das áreas concedidas na unidade.

A concessão florestal na Amazônia brasileira é uma estratégia que visa substituir a exploração predatória dos recursos florestais por um manejo sustentável, tendo como objetivo principal evitar o desmatamento ilegal e a ocupação desordenada das florestas públicas (VERÍSSIMO; BARRETO, 2004; RODRIGUES et al., 2020). Estudos têm apontado benefícios das concessões como a redução da vulnerabilidade das florestas sob concessão e a geração de empregos diretos, beneficiando a população local, além de contribuírem para a manutenção da cobertura florestal e os serviços ecossistêmicos derivados disso (MONTEIRO et al., 2011; ESPADA et al., 2018; NATIVIDADE et al., 2018). Concessões florestais são uma estratégia recomendada, inclusive para terras não destinadas, para fortalecer a gestão dessas unidades e prevenir o uso destrutivo de seus territórios e, ao mesmo tempo, gerar benefícios econômicos pela atividade madeireira e também da extração de produtos não madeireiros (VERÍSSIMO et al., 2002a; VERÍSSIMO et al., 2002b; ANSOLIN et al., 2020; GUERRERO et al., 2020). Tendo em vista os resultados do presente estudo, fica evidente a necessidade de se pensar formas efetivas para a gestão dos recursos naturais dentro das FLONAs, sendo as concessões florestais como um possível caminho para isso, porém requerendo mais pesquisas para se avaliar sua real efetividade social, econômica e ambiental, além, é claro, de se fortalecer as atividades de monitoramento e fiscalização para garantir a sustentabilidade dessas áreas.

IV. CONCLUSÕES

A análise dos dados revelou que houve crescimento constante do desmatamento das FLONAs do bioma Amazônia entre 2018 e 2021. No entanto, esse desmatamento esteve concentrado em apenas três FLONAs (Jamanxim, Altamira e Itaituba II), todas localizadas às margens da rodovia BR-163 no sudoeste do Pará, a menos

de 100 quilômetros entre si. Esse padrão de distribuição destaca a fragilidade ambiental de UCs ao longo dessa rodovia. Em relação ao desmatamento, o trabalho mostrou que a maioria das FLONAs registrou aumento, seis FLONAs tiveram redução e outras seis não tiveram registro em 2021, o que evidencia a heterogeneidade das pressões antrópicas sobre esse tipo de UC.

Áreas de pastagem, agricultura e mineração, tanto de garimpo quanto industrial, foram apontadas como ameaças ao desmatamento nas FLONAs. No entanto, a pastagem foi identificada como o principal uso da terra associado ao desmatamento na maioria das FLONAs, especialmente devido à sua conexão com a bovinocultura e a produção de carne na região amazônica. Essa constatação ressalta a necessidade de políticas públicas para mitigar o desmatamento causado pela expansão da pecuária nesse tipo de UC.

Em síntese, os resultados sugerem que a intensidade e a dinâmica do desmatamento nas FLONAS são influenciadas pela proximidade com as rodovias e frentes agropecuárias. A limitação desse estudo reside na dificuldade de explicar todos os condicionantes políticos e socioeconômicos que influenciaram o desmatamento diferenciado em cada FLONA, dada a carência de estudos para algumas unidades e a relação com as áreas de extração de madeira permitida em algumas delas. Apesar dessas limitações, os métodos e dados utilizados permitiram uma análise abrangente das FLONAS no bioma, identificando padrões espaciais no desmatamento e nos usos da terra. Essa análise contribui para a compreensão dos processos espaciais que influenciam o desmatamento nestas unidades de conservação e pode auxiliar na definição de estratégias mais eficazes para sua proteção.

Agradecimentos

Agradecimento ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq processo 422354/2023-6 (MONITORAMENTO E AVISOS DE MUDANÇAS DE COBERTURA DA TERRA NOS BIOMAS BRASILEIROS – CAPACITAÇÃO E SEMIAUTOMATIZAÇÃO DO PROGRAMA BIOMASBR), sediado e executado pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE); aos revisores deste manuscrito que contribuíram significativamente para melhorar a qualidade e clareza do artigo.

V. REFERÊNCIAS

ALVES, D. S. The changing rates and patterns of deforestation and land use in Brazilian Amazonia. In: KELLER, M.; BUSTAMANTE, M.; GASH, J.; DIAS, P. S. (ed.). Amazonia and global change. Washington, DC: American Geophysical Union, 2009. p.11-23.

ANSOLIN, R. D.; DONICHT FERNANDES, A. P.; BENTO, M. A.; TIMOFEICZYK JUNIOR, R.; HOEFELICH, V. A.; ALVES

DA SILVA, S. Do forest concessions benefit extractivist communities? The case of the Jamari National Forest. *Floresta*, v. 50, n. 2, p. 1297, 2020. DOI: <http://doi.org/10.5380/rf.v50i2.62742>.

ARAÚJO, E.; BARRETO, P.; BAIMA, S.; GOMES, M. Unidades de conservação mais desmatadas da Amazônia Legal (2012 - 2015). Belém: Imazon, 2017

BARBER, C. P.; COCHRANE, M. A.; SOUZA JR, C. M.; LAURANCE, W. F. Roads, deforestation, and the mitigating effect of protected areas in the Amazon. *Biological Conservation*, v. 177, p. 203-209, 2014. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.biocon.2014.07.004>.

BECKER, B. K. Amazônia: geopolítica na virada do III Milênio. Rio de Janeiro: Garamond, 2009.

BELTRÃO, H.; MAGALHÃES, E. R. S.; YAMAMOTO, K. C. Ictiofauna da Floresta Nacional (FLONA) do Amana, uma área do interflúvio Tapajós/Madeira (Estado do Pará), ameaçada por garimpos de mineração. *Boletim da Sociedade Brasileira de Ictiologia*, v. 117, p. 15-27, 2016.

BORCARD, D.; GILLET, F.; LEGENDRE, P. Numerical ecology with R. 2nd. Cham: Springer, 2018.

BRASIL. Lei no. 9.985, de 18 de julho de 2000 - Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza. Brasília, 2000. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9985.htm>.

BRITO, R.; CASTRO, E. Desenvolvimento e conflitos na Amazônia: um olhar sobre a colonialidade dos processos em curso na BR-163. *Revista NERA*, v. 21, n. 42, p. 51-73, 2018. DOI: <http://doi.org/10.47946/rnera.v0i42.5679>.

BROCARD, C. R.; GIACOMIN, L. L. Biodiversidade na Floresta Nacional do Tapajós e na Reserva Extrativista Tapajós-Arapiuns. Santarém: UFOPA, 2021.

CALLE, D. A. C.; VIEIRA, G.; NODA, H. Práticas de uso e manejo tradicional de *Carapa* spp. (andiroba) na Reserva Extrativista do Rio Jutai, Amazonas, Brasil. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, Ciências Humanas*, v. 9, n. 2, 2014. DOI: <http://doi.org/10.1590/1981-81222014000200014>.

CASTRO, E. Políticas de ordenamento territorial, desmatamento e dinâmicas de fronteira. *Novos Cadernos NAEA*, v. 10, n. 2, 2007. DOI: <http://doi.org/10.5801/ncn.v10i2.100>

COHENCA, D. Annual evolution of deforestation in the Tapajós National Forest: 1997-2005. *Natureza & Conservação*, v. 5, n. 1, p. 122-131, 2007.

COHN, A. S.; GIL, J.; BERGER, T.; PELLEGRINA, H.; TOLEDO, C. Patterns and processes of pasture to crop conversion in Brazil: evidence from Mato Grosso State. *Land Use Policy*, v. 55, p. 108-120, 2016. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.landusepol.2016.03.005>.

COLLINS, M. B.; MITCHARD, E. T. A. A small subset of protected areas are a highly significant source of carbon emissions. *Scientific Reports*, v. 7, n. 1, p. 41902, 2017. DOI: <http://doi.org/10.1038/srep41902>.

COSTA, G.; SILVA, G.; BRAMBILLA, C.; LOBATO, L.; CUNHA, L.; TELES, V.; NUNES, D.; CAVALCANTE, M. Ocupações ilegais em unidades de conservação na Amazônia: o caso da Floresta Nacional do Bom Futuro no Estado de Rondônia/Brasil. *GOT - Geography and Spatial Planning Journal*, v. 8, p. 33-49, 2015. DOI: <http://doi.org/10.17127/got/2015.8.003>.

DOBLAS, J. Rotas do saque: violações e ameaças à integridade territorial da Terra do Meio (PA). São Paulo: Instituto Socioambiental, 2015.

DOMINGUES, M. S.; BERMANN, C. O arco de desflorestamento na Amazônia: da pecuária à soja. *Ambiente & Sociedade*, v. 15, n. 2, p. 1-22, 2012. DOI: <http://doi.org/10.1590/S1414-753X2012000200002>.

DUARTE, M.; SILVA, T.; CERQUEIRA, C.; SILVA FILHO, E. Pressões ambientais em unidades de conservação: estudo de caso no sul do estado do Amazonas. *GOT - Geography and Spatial Planning Journal*, v. 18, p. 108-125, 2019. DOI: <http://doi.org/10.17127/got/2019.18.005>.

ESPADA, A. L. V.; SOBRINHO, M. V.; ROCHA, G. D. M.; VASCONCELLOS, A. M. D. A. Manejo florestal comunitário em parceria na Amazônia brasileira: o caso da FLONA do Tapajós. *Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional*, v. 14, n. 1, 2018.

FEARNSIDE, P. M. Brazil's Cuiabá-Santarém (BR-163) highway: the environmental cost of paving a soybean corridor through the Amazon. *Environmental Management*, v. 39, p. 601-614, 2007. DOI: <http://doi.org/10.1007/s00267-006-0149-2>.

FÉLIX-SILVA, D.; VIDAL, M. D.; ALVAREZ JR., J. B.; PEZZUTI, J. C. B. Caracterização das atividades de caça e pesca na Floresta Nacional de Caxiuanã, Pará, Brasil, com ênfase no uso de quelônios. *Biodiversidade Brasileira*, v. 8, n. 2, p. 232-250, 2018.

GAMA, L. H. O. M.; ALMEIDA, A. S. D. A. D.; PAIVA, P. F. P. R.; SILVA JUNIOR, O. M. D.; NAHUM, J. S. Cenários futuros de desmatamento na Floresta Nacional do Jamanxim-PA. *Revista Brasileira de Cartografia*, v. 75, p. 1-24, 2023. DOI: <http://doi.org/10.14393/rbcv75n0a-62835>.

GARRETT, R. D.; LAMBIN, E. F.; NAYLOR, R. L. The new economic geography of land use change: supply chain configurations and land use in the Brazilian Amazon. *Land Use Policy*, v. 34, p. 265-275, 2013. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.landusepol.2013.03.011>.

GOLLNOW, F.; GÖPEL, J.; HISSA, L. D. B. V.; SCHALDACH, R.; LAKES, T. Scenarios of land-use change in a deforestation corridor in the Brazilian Amazon: combining two scales of analysis. *Regional Environmental Change*, v. 18, n. 1, p. 143-159, 2017. DOI: <http://doi.org/10.1007/s10113-017-1129-1>.

GUERRERO, N. R.; TORRES, M.; NEPOMUCENO, Í. Impacts of the Public Forest Management Law on traditional communities in Crepori National Forest. *Ambiente & Sociedade*, v. 23, p. e00542, 2020. DOI: <http://doi.org/10.1590/1809-4422asoc20190054r2vu2020l5ao>.

IBAMA; WWF-Brasil Efetividade de gestão das unidades de conservação federais no Brasil: implementação do Método Rappam. Brasília: IBAMA, 2007.

IBGE [INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA]. Mapa de clima do Brasil. 2002. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/informacoes-ambientais/climatologia/15817-clima.html?=&t=downloads>. Acesso em: 25 jan. 2024.

IBGE [INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA]. Banco de Dados e Informações Ambientais. 2024. Disponível em: <https://bdiaweb.ibge.gov.br/#/home>. Acesso em: 29 jan. 2024.

ICMBIO [INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE]. Unidades de Conservação Federais. 2023. Disponível em: https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/dados_geoespaciais/mapa-tematico-e-dados-geoestatisticos-das-unidades-de-conservacao-federais. Acesso em: 10 fev. 2023.

INDE [INFRAESTRUTURA NACIONAL DE DADOS ESPACIAIS]. Limites de Unidades de Conservação Federais. 2023. Disponível em: <https://metadados.inde.gov.br/geonetwork/srv/por/catalog.search#/metadata/fd142c7e-0adc-4a81-9c52-6155515ade02>. Acesso em: 18 jan. 2024.

INPE [INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS]. PRODES Amazônia - Monitoramento do Desmatamento da Floresta Amazônica Brasileira por Satélite. 2024a. Disponível em:

<<http://www.obt.inpe.br/OBT/assuntos/programas/amazonia/prodes>>. Acesso em: 21 maio 2024.

INPE [INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS]. PRODES: Desmatamento nas Unidades de Conservação. 2024b. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/prodesdigital/prodesuc.php>>. Acesso em: 05 jan. 2023.

INPE [INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS]. Terrabrasilis - Plataforma de dados geográficos. 2024c. Disponível em: <<http://terrabrasilis.dpi.inpe.br/en/home-page/>>. Acesso em: 05 jan. 2023.

KLINGLER, M.; MACK, P. Post-frontier governance up in smoke? Free-for-all frontier imaginations encourage illegal deforestation and appropriation of public lands in the Brazilian Amazon. *Journal of Land Use Science*, v. 15, n. 2-3, p. 424-438, 2020. DOI: <http://doi.org/10.1080/1747423X.2020.1739765>.

LIMA, A. Sinuca de bico: mineração em Unidades de Conservação. In: RICARDO, F.; ROLLA, A. (ed.). *Mineração em Unidades de Conservação na Amazônia brasileira*. São Paulo: Instituto Socioambiental, 2006. p.9-16.

MAEDA, E. E.; ARAGÃO, L. E. O. C.; BAKER, J. C. A.; BALBINO, L. C.; DE MOURA, Y. M.; NOBRE, A. D.; NUNES, M. H.; SILVA JUNIOR, C. H. L.; DOS REIS, J. C. Land use still matters after deforestation. *Communications Earth & Environment*, v. 4, n. 1, p. 1-4, 2023. DOI: <http://doi.org/10.1038/s43247-023-00692-x>.

MAPBIOMAS. Cobertura e transições por unidade de conservação (coleção 8). 2023. Disponível em: <<https://brasil.mapbiomas.org/>>.

MARCUARTÚ, B. C.; COELHO, A. D. S.; MANESCHY, R. Q.; CANTO, O. D. Uso e cobertura da terra na Floresta Nacional do Jamanxim, Novo Progresso, Pará: considerações sobre sua desafetação. *Estudos Geográficos: Revista Eletrônica de Geografia*, v. 15, n. 2, p. 35-56, 2017. DOI: <http://doi.org/10.5016/estgeo.v15i2.12569>.

MARQUES, A. A. B. D.; PERES, C. A. Pervasive legal threats to protected areas in Brazil. *Oryx*, v. 49, n. 1, p. 25-29, 2015. DOI: <http://doi.org/10.1017/S0030605314000726>.

MARTINELLI, M. Mapas da geografia e cartografia temática. 6. São Paulo: Contexto, 2011.

MCGRATH, D. G.; PETERS, C. M.; BENTES, A. J. M. Community forestry for small-scale furniture production in the Brazilian Amazon. In: ZARIN, D. J.; ALAVALAPATI, J. R. R.; PUTZ, F. E.; SCHMINK, M. (ed.). *Working forests in the neotropics: conservation through sustainable management?* New York: Columbia University Press, 2004. cap. 11.

MENDES, E. C.; GOMES JÚNIOR, E. Movimento de expansão agropecuário: uma análise histórica do seu desenvolvimento na Região Sudeste paraense. *Revista Política e Planejamento Regional*, v. 8, n. 1, p. 42-60, 2021.

MESSIAS, C. G.; SILVA, D. D.; SILVA, M. B.; LIMA, T. C.; ALMEIDA, C. A. Análise das taxas de desmatamento e seus fatores associados na Amazônia Legal brasileira nas últimas três décadas. *Raega - O Espaço Geográfico em Análise*, v. 52, p. 18-41, 2021. DOI: <http://doi.org/10.5380/raega.v52i0.74087>.

MONTEIRO, A. L. S.; CRUZ, D. C.; CARDOSO, D. R. S.; SOUZA JR., C. M. Monitoramento remoto de concessões florestais na Amazônia - Flona do Jamarí, Rondônia. XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2013, Foz do Iguaçu. Foz do Iguaçu: INPE, 2013. p.6433-6440.

MONTEIRO, A. L. S.; SOUZA JR., C. M.; CRUZ, D. C.; CARDOSO, D. R. Avaliação de Planos de Manejo Florestal na Amazônia através de imagens de satélites Landsat XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2011, Curitiba. Curitiba: INPE, 2011. p.5615-5623.

MTPA [MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES PORTOS E AVIAÇÃO CIVIL]. Corredores logísticos estratégicos: complexo

de soja e milho. Brasília: MTPA, 2017. Disponível em: < https://www.gov.br/transportes/pt-br/centrais-de-conteudo/relatorio_corredores_logisticos_sojamilho_v1-2.pdf >.

NASCIMENTO, Y. K. O. D.; MACEDO, M. R. A.; MAIA, B. S. C.; SANTOS, C. A. D.; SILVA, R. W. D. E. Eficiência na contenção do desmatamento na Floresta Nacional de Altamira entre os anos de 2000 e 2009, o que mudou depois da criação desta unidade de conservação? XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2011, Curitiba. Curitiba: INPE, 2011. p.3052-3056.

NATIVIDADE, M. D. M.; SAMPAIO, J. D. S.; PEREIRA, W. D. S.; SOUSA, I. R. L. D.; JÚNIOR, C. D. C.; CARVALHO, C. D. S. D. S.; MELO, L. D. O. Estrutura e dinâmica florestal, antes e após extração de madeira, em área de manejo florestal na Flona do Tapajós. *Revista Agroecossistemas*, v. 10, n. 2, p. 113-124, 2018. DOI: <http://doi.org/10.18542/ragros.v10i2.5183>.

NEPSTAD, D.; SCHWARTZMAN, S.; BAMBERGER, B.; SANTILLI, M.; RAY, D.; SCHLESINGER, P.; LEFEBVRE, P.; ALENCAR, A.; PRINZ, E.; FISKE, G.; ROLLA, A. Inhibition of Amazon deforestation and fire by parks and Indigenous Lands. *Conservation Biology*, v. 220, n. 1, p. 65-73, 2006. DOI: <http://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2006.00351.x>.

NEVES, P. A. P. F. G.; DA SILVA, L. M.; PONTES, A. N.; DE PAULA, M. T. Correlation among livestock and desforastation in municipalities of southeast region of Pará state, Brazil. *Ambiência*, v. 10, n. 3, p. 795-806, 2014. DOI: <http://doi.org/10.5935/ambiencia.2014.03.11>.

NORONHA, F. Á.; FILHO; LIMA, F. C. D.; COSTA, R. O. S. D.; MIRANDA, S. B. D. A. D.; COSTA, J. A. D. Análise espacial e temporal dos focos de calor e desmatamento na Flona Saracá-Taquera, Oriximiná-PA. *Journal of Applied Hydro-Environment and Climate*, v. 1, n. 2, p. 45-57, 2019.

NUNES, S. N.; ALVES, M. M.; SOUZA, C., JR. Pressão humana na Floresta Nacional do Jamari e a implantação de concessões florestais. In: PAESE, A.; UEZU, A.; LORINI, M. L.; CUNHA, A. (ed.). *Conservação da biodiversidade com SIG*. São Paulo: Oficina de Textos, 2012. cap. 12, p.191-208.

OKSANEN, J.; BLANCHET, F. G.; FRIENDLY, M.; KINDT, R.; LEGENDRE, P.; MCGLINN, D.; MINCHIN, P. R.; O'HARA, R. B.; SIMPSON, G. L.; SOLYMOS, P.; STEVENS, M. H. H.; SZOEC, E.; WAGNER, H. *vegan: Community Ecology Package*. R package version 2.5-6 2022.

OLIVEIRA, C. M. D.; SANTANA, A. C. D.; HOMMA, A. K. O. The cost of production and profitability of soybeans in the municipalities of Santarém and Belterra, State of Pará. *Acta Amazonica*, v. 43, p. 23-31, 2013. DOI: <http://doi.org/10.1590/S0044-59672013000100004>.

OVIEDO, A.; LIMA, W. P.; AUGUSTO, C. O arco do desmatamento e suas flechas. São Paulo: Instituto Socioambiental, 2019. Disponível em: < https://site-antigo.socioambiental.org/sites/blog.socioambiental.org/files/nsa/arquivos/nova_geografia_do_arco_do_desmatamento_isa.pdf#overlay-context=pt-br/noticias-socioambientais/discurso-oficial-contra-fiscalizacao-impulsiona-destruicao-da-floresta-amazonica-mostra-isa >.

PEDLOWSKI, M. A.; MATRICARDI, E. A. T.; SKOLE, D.; CAMERON, S. R.; CHOMENTOWSKI, W.; FERNANDES, C.; LISBOA, A. Conservation units: a new deforestation frontier in the Amazonian state of Rondônia, Brazil. *Environmental Conservation*, v. 32, n. 2, p. 149-155, 2005. DOI: <http://doi.org/10.1017/S0376892905002134>.

PELLIN, A.; DIAS, L.; SOARES, N.; PRADO, F. Management effectiveness and deforestation in protected areas of the Brazilian Amazon. *Parks*, v. 28, n. 2, p. 45-54, 2022. DOI: <http://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2022.PARKS-28-2AP.en>.

PFAFF, A.; ROBALINO, J.; LIMA, E.; SANDOVAL, C.; HERRERA, L. D. Governance, location and avoided deforestation from protected areas: greater restrictions can have lower impact, due to differences in location. *World Development*, v. 55, p. 7-20, 2014. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.worlddev.2013.01.011>.

POCCARD-CHAPUIS, R.; THALÊS, M. C.; PEÇANHA, J. D. C.; PIKETTY, M.-G. Os Territórios de desmatamento na Amazônia. Uma análise geográfica no Estado do Pará. *Confins*, n. 48, 2020. DOI: <http://doi.org/10.4000/confins.34636>.

QGIS DEVELOPMENT TEAM. QGIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation Project. Version 3.28.7 LTR 2023.

QIN, Y.; XIAO, X.; LIU, F.; DE SA E SILVA, F.; SHIMABUKURO, Y.; ARAI, E.; FEARNESIDE, P. M. Forest conservation in Indigenous territories and protected areas in the Brazilian Amazon. *Nature Sustainability*, v. 6, n. 3, p. 295-305, 2023. DOI: <http://doi.org/10.1038/s41893-022-01018-z>.

R CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2023.

RIBEIRO, B.; VERÍSSIMO, A. Patterns and causes of deforestation in protected areas of Rondônia - Brazil. *Natureza & Conservação*, v. 5, n. 1, p. 103-113, 2007.

RICKETTS, T. H.; SOARES-FILHO, B.; FONSECA, G. A. B. D.; NEPSTAD, D.; PFAFF, A.; PETSONK, A.; ANDERSON, A.; BOUCHER, D.; CATTANEO, A.; CONTE, M.; CREIGHTON, K.; LINDEN, L.; MARETTI, C.; MOUTINHO, P.; ULLMAN, R.; VICTURINE, R. Indigenous lands, protected areas, and slowing climate change. *PLoS Biology*, v. 8, n. 3, p. e1000331, 2010. DOI: <http://doi.org/10.1371/journal.pbio.1000331>.

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, p. 41-66, 2009. DOI: <http://doi.org/10.1590/S0103-63512009000100003>.

RODRIGUES, M. I.; SOUZA, Á. N. D.; JOAQUIM, M. S.; LUSTOSA JÚNIOR, I. M.; PEREIRA, R. S. Concessão florestal na Amazônia brasileira. *Ciência Florestal*, v. 30, p. 1299-1308, 2020. DOI: <http://doi.org/10.5902/1980509821658>.

RORATO, A. C.; PICOLI, M. C. A.; VERSTEGEN, J. A.; CAMARA, G.; SILVA BEZERRA, F. G.; ESCADA, M. I. S. Environmental threats over Amazonian Indigenous Lands. *Land*, v. 10, n. 3, p. 267, 2021. DOI: <http://doi.org/10.3390/land10030267>.

RYLANDS, A. B.; BRANDON, K. Brazilian protected areas. *Conservation Biology*, v. 19, n. 3, p. 612-618, 2005. DOI: <http://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2005.00711.x>.

SALOMÃO, R.; RIBEIRO, M. B.; VEDOVETO, M. Criação de Unidades de Conservação em áreas sob alta pressão humana na Amazônia Legal. In: VERÍSSIMO, A.; ROLLA, A.; VEDOVETO, M.; FUTADA, S. D. M. (ed.). *Áreas protegidas na Amazônia brasileira: avanços e desafios*. Belém and São Paulo: Imazon and Instituto Socioambiental, 2011. p.87.

SFB [SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO]. Concessões Florestais em Andamento. 2023. Disponível em: <<https://www.gov.br/florestal/pt-br/assuntos/concessoes-e-monitoramento/concessoes-florestais-em-andamento>>. Acesso em: 15 maio 2024.

SILVA-JUNIOR, C. H. L.; SILVA, F. B.; ARISI, B. M.; MATAVELI, G.; PESSOA, A. C. M.; CARVALHO, N. S.; REIS, J. B. C.; SILVA JUNIOR, A. R.; MOTTA, N.; PVM, E. S.; RIBEIRO, F. D.; SIQUEIRA-GAY, J.; ALENCAR, A.; SAATCHI, S.; ARAGAO,

L.; ANDERSON, L. O.; MELO, M. Brazilian Amazon indigenous territories under deforestation pressure. *Scientific Reports*, v. 13, n. 1, p. 5851, 2023. DOI: <http://doi.org/10.1038/s41598-023-32746-7>.

SILVA, E. N. D.; SANTANA, A. C. D.; SILVA, I. M. D.; OLIVEIRA, C. M. Aspectos socioeconômicos da produção extrativista de óleos de andiroba e de copaíba na Floresta Nacional do Tapajós, Estado do Pará. *Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences*, v. 53, n. 1, p. 12-23, 2010.

SILVA, P. G. Floresta Nacional do Jamanxim: mecanismos de ordenamento territorial e de desenvolvimento sustentável. 2021. 213 p. (Doutorado em Ciências) - Universidade Federal do Pará, Belém, 2021.

SOARES-FILHO, B.; MOUTINHO, P.; NEPSTAD, D.; ANDERSON, A.; RODRIGUES, H.; GARCIA, R.; DIETZSCH, L.; MERRY, F.; BOWMAN, M.; HISSA, L.; SILVESTRINI, R.; MARETTI, C. Role of Brazilian Amazon protected areas in climate change mitigation. *Proceedings of the National Academy of Sciences, USA*, v. 107, n. 24, p. 10821-6, 2010. DOI: <http://doi.org/10.1073/pnas.0913048107>.

SOARES-FILHO, B. S.; OLIVEIRA, U.; FERREIRA, M. N.; MARQUES, F. F. C.; DE OLIVEIRA, A. R.; SILVA, F. R.; BÖRNER, J. Contribution of the Amazon protected areas program to forest conservation. *Biological Conservation*, v. 279, p. 109928, 2023. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.biocon.2023.109928>

SOUSA, S. D. S.; SOUSA, M. C.; GOMES, V. S. Beneficiamento e renda da itaúba (*Melizarius itauba*) e resíduos madeireiros, na comunidade de pascoal na Resex Tapajós-Arapiuns. *Caderno de Agroecologia*, v. 13, n. 1, p. [online], 2018.

SOUZA-FILHO, P. W.; DE SOUZA, E. B.; SILVA JUNIOR, R. O.; NASCIMENTO, W. R., JR.; VERSIANI DE MENDONÇA, B. R.; GUIMARAES, J. T.; DALL'AGNOL, R.; SIQUEIRA, J. O. Four decades of land-cover, land-use and hydroclimatology changes in the Itacaiunas River watershed, southeastern Amazon. *Journal of Environmental Management*, v. 167, p. 175-84, 2016. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.jenvman.2015.11.039>.

SOUZA, C. F. M., FILHO; SILVA, L. A. L. D.; WANDSCHEER, C. B., Eds. Biodiversidade, espaços protegidos e populações tradicionais. Curitiba: Letra da Lei, p.402. 2013.

TESFAW, A. T.; PFAFF, A.; GOLDEN KRONER, R. E.; QIN, S.; MEDEIROS, R.; MASCIA, M. B. Land-use and land-cover change shape the sustainability and impacts of protected areas. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, v. 115, n. 9, p. 2084-2089, 2018. DOI: <http://doi.org/10.1073/pnas.1716462115>.

VERÍSSIMO, A.; BARRETO, P. National Forests in the Brazilian Amazon: opportunities and challenges. In: ZARIN, D. J.; ALAVALAPATI, J. R. R.; PUTZ, F. E.; SCHMINK, M. (ed.). *Working forests in the neotropics: conservation through sustainable management?* New York: Columbia University Press, 2004. p.31-40.

VERÍSSIMO, A.; COCHRANE, M. A.; SOUZA, C., JR. National forests in the Amazon. *Science*, v. 297, n. 5586, p. 1478, 2002a. DOI: <http://doi.org/10.1126/science.1072807>.

VERÍSSIMO, A.; COCHRANE, M. A.; SOUZA, C.; JR.; SALOMÃO, R. Priority areas for establishing National Forests in the Brazilian Amazon. *Ecology & Society*, v. 6, n. 1, p. art. 4, 2002b.

WANDERLEY, L. J. M. Conflitos e movimentos sociais populares em área de mineração na Amazônia brasileira. 2008. 163 p. (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.

WOOD, C. H.; PORRO, R. Deforestation and land use in the Amazon. Gainesville: University Press of Florida, 2002.