

Desmatamento na Amazônia Legal: uma análise espaço temporal, utilizando agropecuária como vetor de supressão

Vitória Emily Penedo da Silva^{1*}, Quétilla Souza Barros², Isla Camile Araújo de Oliveira¹, Romário de Mesquita Pinheiro², Evandro José Linhares Ferreira²

¹Discente de Engenharia Agrônoma da Universidade Federal do Acre, Centro de Ciências Biológicas e da Natureza, Rio Branco, Acre, Brasil. ²Pesquisador do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Núcleo de Pesquisas do Acre, Rio Branco, Acre, Brasil. *vitoriapenedo99@gmail.com

Recebido em: 29/11/2023

aceito em: 18/10/2024

Publicado em: 30/11/2024

DOI: <https://doi.org/10.29327/269504.6.2-9>

RESUMO

A região da Amazônia Legal enfrenta sérias ameaças devido ao desmatamento, principalmente para a conversão de florestas em pastagens para criação de gado e áreas de cultivo de grãos. Este estudo analisou o desmatamento nessa área no período de 2019 a 2022, influenciado diretamente pelas atividades agropecuárias, usando dados de sensoriamento remoto do Map Biomas Alerta. Os resultados revelaram que o estado do Pará teve o maior índice de desmatamento em todos os anos, especialmente nas áreas que fazem fronteira com outras regiões, como Altamira e São Félix do Xingu. Esse desmatamento recorde pode ser atribuído, em parte, à expansão das rodovias que facilitam o avanço da agricultura de soja e da pecuária de corte na região. A atividade pecuária na Amazônia Legal apresenta uma alta lucratividade, mas também está associada a sérios impactos ambientais, principalmente em relação ao desmatamento e à expansão das redes viárias. O sensoriamento remoto desempenha um papel fundamental na compreensão e combate ao desmatamento na Amazônia Legal, sendo uma ferramenta crucial para monitorar e avaliar as mudanças na cobertura florestal ao longo do tempo, contribuindo para tomada de decisões pelos órgãos públicos.

Palavras-chave: Desflorestamento. Mudanças no uso da terra. Map Biomas Alerta.

Deforestation in the Legal Amazon: A spatial and temporal, using Agriculture and livestock as a suppression vector

ABSTRACT

The Legal Amazon region faces threats due to deforestation, mainly for the conversion of forests into pastures for cattle raising and grain growing areas. This study analyzed deforestation in this area from 2019 to 2022, caused by agricultural activities, using remote sensing data from Map Biomas Alert. The results revealed that the state of Pará had the highest rate of deforestation in all years, especially in areas that border other regions, such as Altamira and São Félix do Xingu. This record of deforestation can be attributed, in part, to the expansion of highways that facilitate the advancement of soybean agriculture and beef cattle farming in the region. The peculiar activity in the Legal Amazon presents high profitability, but is also associated with serious environmental impacts, mainly in relation to deforestation and the expansion of road networks. Remote sensing plays a fundamental role in understanding and combating deforestation in the Legal Amazon, being a crucial tool for monitoring and evaluating changes in forest cover over time, contributing to decision-making by public bodies.

Keywords: Deforestation. Land use changes. Map Biomas Alert.

INTRODUÇÃO

O bioma amazônico brasileiro é conhecido por sua complexidade e riqueza, abrigando uma vasta biodiversidade de fauna e flora e dispondo de extensas bacias hidrográficas. A Amazônia é a maior floresta tropical do mundo, cobrindo aproximadamente 48% do território nacional. No entanto, a Amazônia Legal engloba não apenas o bioma amazônico, mas também partes do Cerrado e do Pantanal, abrangendo cerca de 59% do território do Brasil (SANTOS et al., 2021). Ao longo da história, a região amazônica tem sido alvo de exploração de seus recursos naturais e enfrenta crescente preocupação com o desmatamento, degradação ambiental e as atividades relacionadas à agropecuária.

O desmatamento na região amazônica é uma questão crucial que requer monitoramento constante. A utilização de tecnologias de sensoriamento remoto. O programa Mapbiomas Alerta, permite o acompanhamento em tempo real das transformações na cobertura da terra. O uso de imagens de satélite de alta resolução e a validação de alertas de desmatamento em todos os biomas brasileiros contribuem para um monitoramento abrangente e preciso das mudanças no uso do solo (AZEVEDO et al., 2022). O acesso público a esses dados possibilita que a comunidade científica e demais interessados acompanhem a evolução do desmatamento e possam tomar medidas para a preservação e gestão sustentável da região.

A expansão agropecuária tem sido apontada como uma das principais causas do desmatamento na Amazônia Legal (GARRETT et al., 2021). Desde o período colonial, a exploração dos recursos naturais tem impulsionado a supressão da floresta para viabilizar atividades econômicas, como a extração de madeira, exploração de especiarias e o extrativismo da borracha e da castanha. A criação de rodovias e políticas de interiorização territorial incentivaram a ocupação e urbanização da região, levando a um aumento da demanda por terras para a agropecuária. O avanço da fronteira agrícola, juntamente com o desmatamento, tem consequências significativas para o ecossistema amazônico e seus serviços ambientais. (MELLO; FEITOSA, 2020; MORAES; MONTEIRO, 2020).

O crescente desmatamento na Amazônia Legal representa uma ameaça não apenas para a biodiversidade e ecossistemas locais, mas também para o equilíbrio climático global. É essencial entender a dinâmica do desmatamento e a relação com a expansão agropecuária para desenvolver estratégias efetivas de conservação e gestão sustentável.

O estudo visa analisar a evolução do desmatamento na região ao longo de quatro anos, com base em dados de monitoramento e alertas de desmatamento fornecidos pelo programa Mapbiomas Alerta. A investigação da interconexão entre a agropecuária e o desmatamento permitirá identificar áreas críticas e orientar decisões políticas e de preservação da região amazônica. Diante disso, o objetivo deste estudo é analisar a dinâmica de desmatamento na Amazônia Legal e sua relação com a expansão agropecuária no período de 2019 a 2022, utilizando os dados quantitativos fornecidos pelo programa Mapbiomas Alerta.

METODOLOGIA

Área de estudo

A delimitação geográfica do estudo compreende-se a Amazônia Legal, área delimitada politicamente que abrange os estados: Acre; Amapá; Amazonas; Mato Grosso; Pará; Roraima; Rondônia, Tocantins, e parcialmente o estado do Maranhão, totalizando 4.871.000 km² (INPE, 2004), conforme a Figura 1.

Figura 1 - Delimitação da Amazônia Legal.



Mapeamento de dados

Foi realizada uma abordagem quantitativa, utilizando dados secundários obtidos a partir do sistema MapBiomas Alerta. Essa plataforma processa informações relacionadas a alertas de desmatamentos, os quais são gerados diariamente através da detecção de mudanças na cobertura florestal, através de imagens de satélite com alta resolução.

Para obter os dados referentes à região da Amazônia Legal, foi empregado os sistemas DETER (Sistema de Detecção de Desmatamento em Tempo Real) do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), que abrange tanto o bioma Amazônico quanto o Cerrado, outro sistema aplicado foi o SAD (Sistema de Alerta de Desmatamento) do Imazon, específico para a região amazônica. Mensalmente, o MapBiomas Alerta compila as informações provenientes desses sistemas ou de fontes independentes, e as disponibiliza para análise (AZEVEDO et al., 2022).

Processamento dos dados e variáveis adotadas

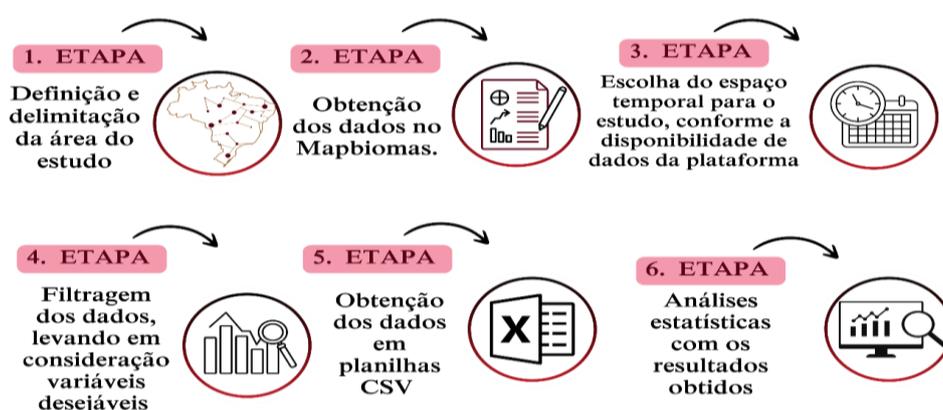
Para obtenção dos dados, adotou-se o espaço temporal entre os anos de 2019 a junho 2023, com parte das informações sobre focos de desmatamento disponíveis até 2022. Posteriormente, utilizou-se de filtros disponíveis na plataforma que se referem a variáveis independentes como: o território da Amazônia, efetuando também todos os cruzamentos disponíveis: Limites de Terra Indígenas (TIs); Unidades de Conservação (Ucs); territórios quilombolas; assentamento rurais; Cadastro Ambiental Rural (CAR); inclusive Áreas de Preservação Permanente (APPs); e áreas de Reserva Legal (RL). Além disso, também levou em consideração áreas embargadas pelo órgão ambiental, e planos de manejo florestal do Sinaflor do IBAMA (AZEVEDO et al., 2022). Utilizou-se como área de camada do estudo área da Amazônia legal, em razão dos limites geográficos como município, e estado que estão vinculados no alerta gerado. O vetor de supressão utilizado foi a agropecuária.

Após selecionar todas as variáveis foram possíveis obter dados referente ao período do estudo, resultando em planilhas em formato CSV, com informações sobre: Alertas de desmatamento por ano; evolução mensal da área de desmatamento, durante o espaço temporal do estudo; ranking de estados e municípios que mais desmataram na área da região da Amazônia legal.

Análises estatísticas

Inicialmente, procedeu-se à realização dos testes de normalidade de Shapiro-Wilk. Nos casos em que a distribuição dos dados não atendeu à normalidade, optou-se pela utilização do teste não paramétrico de Kruskal-Wallis. Para investigar a relação entre os focos de desmatamento por trimestre na região da Amazônia Legal, empregou-se uma análise de agrupamento hierárquico por meio do método de Cluster. Todas as análises foram executadas no ambiente Python versão 3. 10, utilizando a plataforma Google Colab. A Figura 2, representa o processo das etapas descritas.

Figura 2 - Fluxograma Metodológico das etapas para levantamento do desmatamento na Amazônia Legal no período de 2019 a 2022.



RESULTADOS E DISCUSSÃO

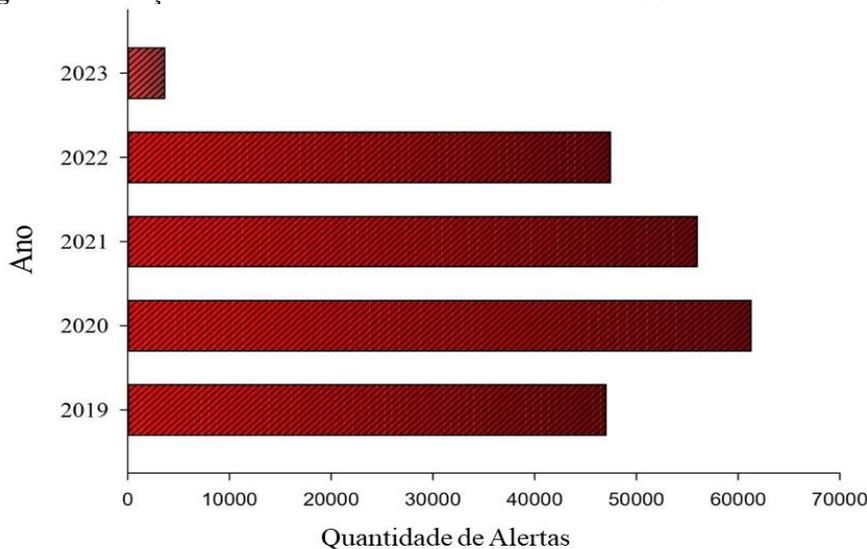
Evolução total dos números de alertas de desmatamento por ano

A Figura 3, representa a evolução anual do número total de alertas de desmatamento. Durante este período. A variação anual dos alertas ao longo do período de estudo não seguiu um padrão uniforme e exibiu variações notáveis, onde de 2019 para 2020, houve uma ampliação crescente de 14.247 alertas, este fato pode estar relacionado com a expansão das áreas de pastagem ou para plantações de soja, onde produtores e fazendeiros organizaram o dia do Fogo em 10 de agosto de 2019. Parte significativa das queimadas e desmatamentos está diretamente relacionada à expansão de pastagens já existentes ou à abertura de novas áreas para a criação de gado. Essa expansão geralmente ocorre em territórios oficialmente reconhecidos como terras públicas, incluindo, em particular, as florestas públicas que ainda não foram destinadas a um propósito específico e as terras devolutas. Esse fenômeno destaca a complexa interação entre o avanço da agricultura e da pecuária sobre áreas de significativo valor ambiental, o que resulta em

práticas que contribuem para o desmatamento e as queimadas na região. No entanto, de 2020 para 2021, houve uma queda notável de 5.282 alertas, e de 2021 para 2022, outra redução significativa, desta vez de 8.541 alertas.

O ano de 2020 registrou o maior pico na quantidade de alertas, 61.256, esse ano apresentou a maior taxa de desmatamento na Amazônia brasileira observada na última década (SILVA JÚNIOR et al., 2021). O grande número de alertas de desmatamento na Amazônia foi impulsionado por retrocessos ambientais, começando em 2012 com mudanças controversas no Código Florestal Brasileiro. Essa tendência foi agravada pelo enfraquecimento das ações de fiscalização do desmatamento pelo Ministério do Meio Ambiente, pelo desrespeito às políticas climáticas e por projetos de lei que visam regularizar terras públicas griladas ilegalmente (WEST E FEARNSSIDE, 2021), um outro fator foi a pandemia da COVID-19 que trouxe inúmeras dificuldades em várias frentes, e a fiscalização ambiental não foi exceção (MELLO; FEITOSA, 2020). O Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), como muitas agências governamentais em todo o mundo, enfrentou desafios significativos durante a pandemia, o que resultou em uma diminuição das ações de fiscalização em 2020, ocasionando maior número de atividades ilegais na região. O relatório anual do desmatamento no Brasil, feito pelo Mapbiomas, comprova que o agronegócio é o principal responsável pelo desmatamento ilegal no país. O estudo apontou que a produção agropecuária em larga escala provocou 97% de toda a perda de vegetação nativa entre os anos de 2020 e 2021 (MAPBIOMAS ALERTA, 2021).

Figura 3 - Variação Anual dos Alertas de desmatamento de 2019 a 2022.

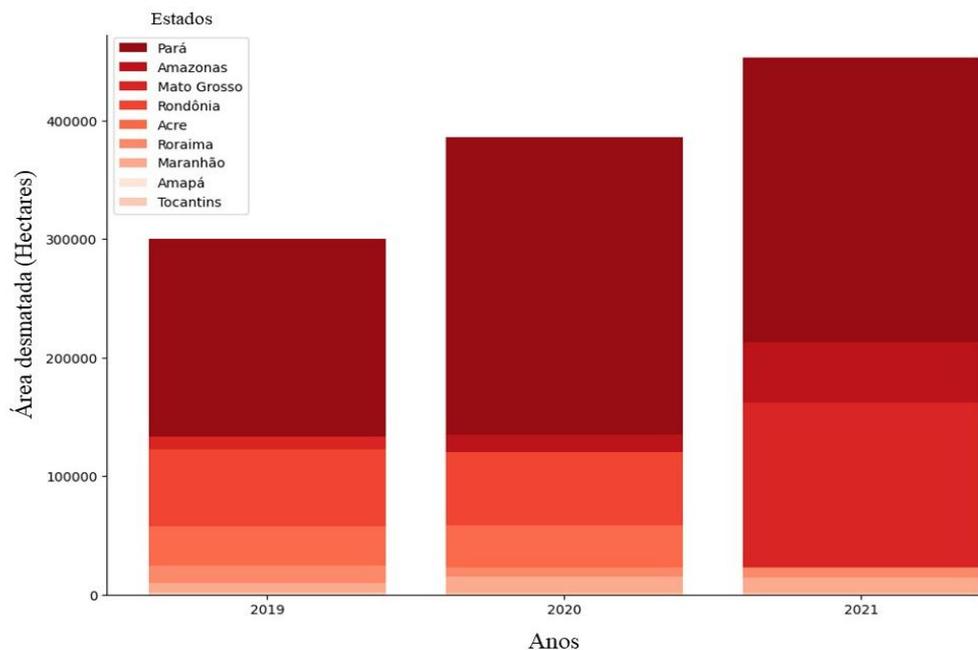


Ranking dos 10 estados que mais desmataram por ano

Os estados da Amazônia Legal que mais desmataram por ano, onde inclui Pará, Amazonas, Mato Grosso, Rondônia, Acre, Roraima, Maranhão e Tocantins (Figura 4), após realizar teste estatístico de Kruskal-Wallis indicaram um valor p de 0.93, que demonstra que não há diferenças significativas no desmatamento entre os 10 estados da Amazônia Legal. Portanto, com base nos dados e nos resultados do teste indica que os estados estão apresentando taxas de desmatamento semelhantes e elevadas ao longo do período estudado.

O Pará é reconhecido como pioneiro no desmatamento da Amazônia, devido à forte associação entre a cultura de grãos, em particular a soja, e a pecuária. A expansão da soja, impulsionada pela demanda global, tem levado à conversão de grandes áreas de floresta em terras agrícolas, agravando a questão do desmatamento na região. Além disso, a pecuária desempenha um papel significativo no desmatamento, com um grande rebanho bovino, especialmente no Pará. O aumento nos preços do gado também tem contribuído para o crescimento do setor agropecuário na região, como destacado por Barreto e Silva (2013). Por outro lado, o Amazonas ocupa o segundo lugar na taxa de desmatamento, devido à extração ilegal de madeira, à expansão da pecuária e ao aumento da produção de soja. Essa expansão econômica, principalmente no sul do Amazonas, visa integrar a região ao mercado internacional por meio do cultivo de soja, o que caracteriza uma verdadeira fronteira econômica, como observado por Silva et al. (2019). Esses fatores indicam a complexa interconexão entre a agricultura, a pecuária e o desmatamento na região amazônica.

Figura 4 - Índice Anual de desmatamento em estados da Amazônia legal.



Ranking dos 10 municípios que mais desmataram

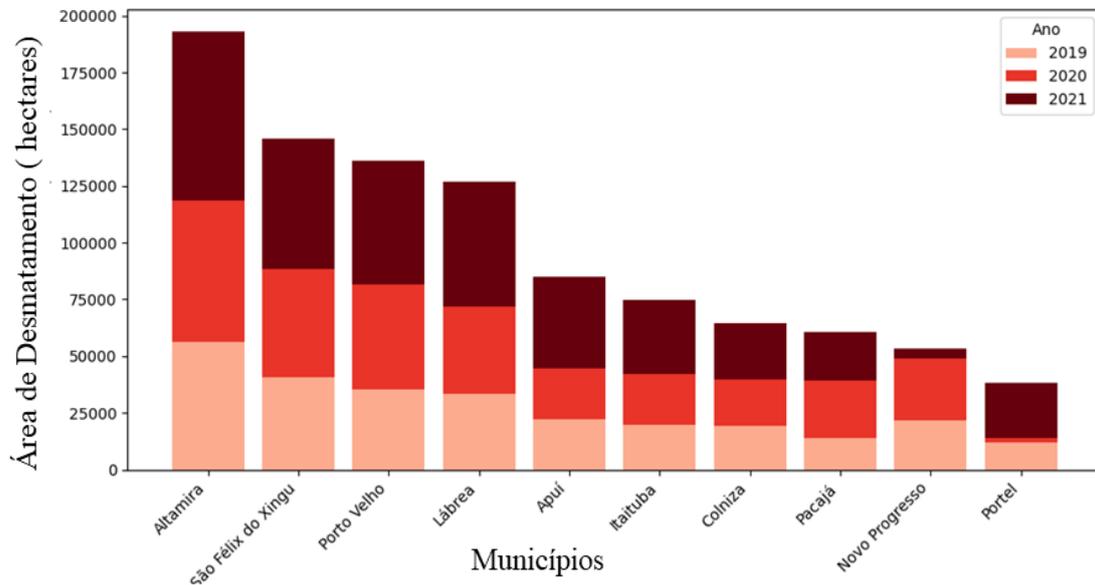
Os resultados da análise das áreas dos dez municípios indicam que houve aumento geral do desmatamento na Amazônia entre 2019 e 2021 (Figura 5). Esse aumento foi de 47,51%, o que corresponde a 127.977,18 hectares (ou 1.279,77 km²) de área desmatada. Os municípios de Altamira, São Félix do Xingu e Lábrea apresentaram os maiores aumentos de desmatamento no período, onde Altamira desmatou 67.856 hectares em 2021, com um aumento de 25,10% em relação a 2019. São Félix do Xingu desmatou 52.809 hectares em 2021, apresentando um aumento de 31,35% em relação a 2019. Lábrea desmatou 50.245 hectares em 2021, o que resulta em 54,44% em relação a 2019. O município de Portel foi o que apresentou a menor área desmatada em todos os anos analisados. Em 2019, Portel desmatou 11.692 hectares, a menor área registrada para o município nos três anos em questão.

A expansão da pecuária é um dos principais fatores que contribuem para o desmatamento na Amazônia. Os três municípios com os maiores aumentos de desmatamento são grandes produtores de gado, a expansão da fronteira agropecuária tem sido o elemento condutor do fenômeno do desmatamento florestal no Pará (CARVALHO et al., 2014) e na região amazônica (HECHT, 2019).

De acordo com Skidmore et al. (2021), o desmatamento ilegal para produção de gado persiste na Amazônia brasileira e é mais frequente em propriedades com menor

produção, no início da cadeia de suprimentos, localizadas em locais remotos com um alto percentual de floresta remanescente.

Figura 5 - Tendência de Desmatamento por área de município na Amazônia Legal (2019-2021).

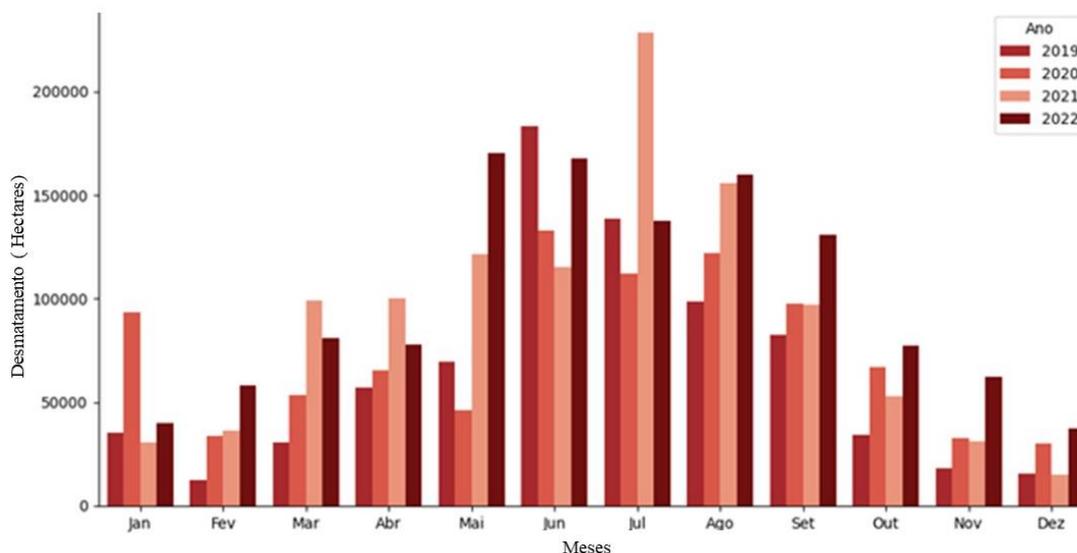


Evolução da área desmatada da Amazônia legal mensalmente entre os anos de 2019 a 2020

A Figura 6, mostra a expansão do desmatamento no território da Amazônia legal mensalmente entre os anos de 2019 e 2022. Em 2019, o desmatamento totalizou 10.129 quilômetros quadrados, com um pico de 183.344 hectares em junho. Em 2020, o desmatamento aumentou para 11.088 quilômetros quadrados, com um pico de 133.111 hectares em junho. Em 2021, o desmatamento diminuiu para 4.250 quilômetros quadrados, com um pico de 228.656 hectares em julho. Em 2022, o desmatamento voltou a aumentar para 5.236 quilômetros quadrados, com um pico de 170.317 hectares em maio. Esses resultados corroboram com um estudo realizado por Leite Filho et al. (2020), que constatou que a estação seca facilita as atividades de desmatamento na Amazônia, sendo maio a julho um período de transição. Esses mesmos autores constataram que a pecuária, a agricultura ilegal e a mineração são as principais causas do desmatamento. A estação seca na Amazônia facilita as atividades de desmatamento devido ao clima mais quente e seco, facilitando o corte de árvores (CAMPARI,2004). Em relação a isso, estudos realizados na região Sul da Amazônia mostram que o desmatamento ocorrido no período

mais seco tem até mesmo atrasado o início do período chuvoso na região (LEITE FILHO et al., 2019).

Figura 6 - Expansão do Desmatamento na Amazônia Legal durante o Período de 2019 a 2022.

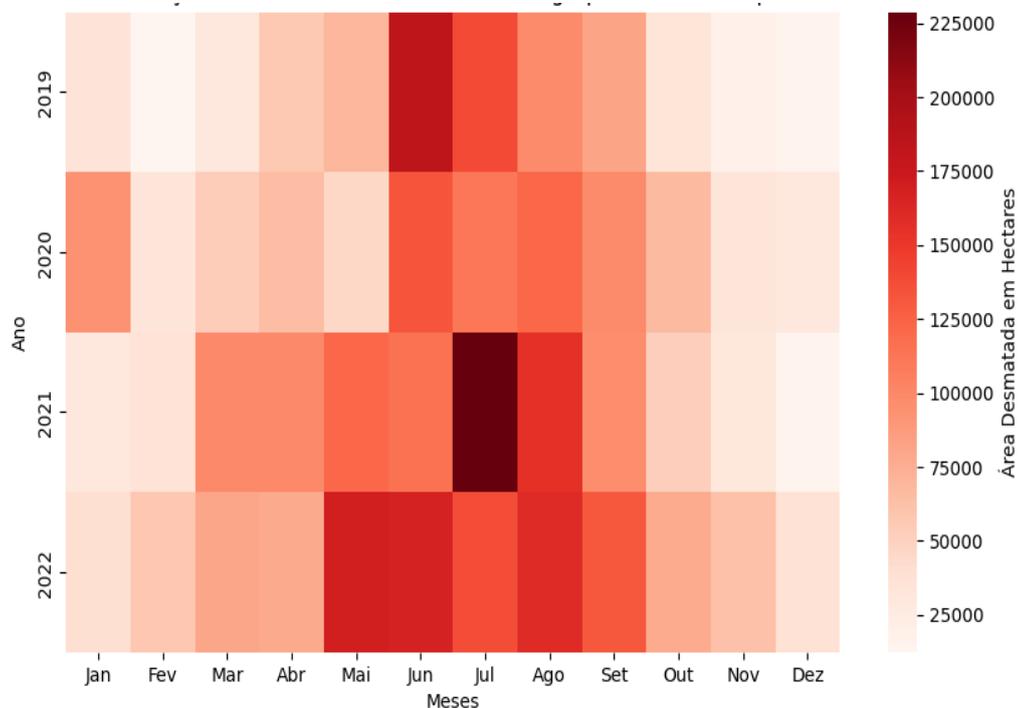


A Figura 7, apresenta a análise de agrupamento hierárquico dos padrões de desmatamento por trimestre, foi observado para o primeiro trimestre (janeiro a março), que em 2020 foi registrada a maior quantidade de área desmatada (180,647.43 hectares), seguido por 2021 com 166,150.02 hectares, 2019 apresentou a menor área desmatada nesse período (78,125.54 hectares), janeiro foi o mês com a menor área desmatada nos anos de 2019, 2021 e 2022. No segundo trimestre (abril a junho), a maior área desmatada foi no ano de 2022 (416,085.63 hectares), seguido por 2021 (337,111.14), as menores quantidades de área desmatada ocorreram em 2020 (244,562.62 hectares).

No terceiro trimestre (julho a setembro), o ano de 2021 registrou a maior área desmatada nesse intervalo, totalizando 481,656.18 hectares, seguido por 2022, com 428,256.26 hectares. No ano de 2020 ocorreu a menor área desmatada neste trimestre, com um total de 332,828.90 hectares. No último trimestre (Out-Dez), o ano de 2022 registrou novamente a maior área desmatada, atingindo 176,894.82 hectares, seguido por 2020, com 129,661.71 hectares. Em contrapartida, o ano de 2019 apresentou a menor área desmatada neste trimestre, totalizando 67,656.93 hectares, dezembro se destacou como o mês com as maiores áreas desmatadas em todos os anos neste trimestre.

A análise de agrupamento hierárquico dos padrões de desmatamento por trimestre revelou que há uma variação significativa nos níveis de desmatamento ao longo do ano. Isso indica que o desmatamento na Amazônia Legal é um problema sazonal, com um pico nos meses de maio a julho. Estudos recentes identificaram mudanças na Amazônia, com a estação seca se tornando mais longa com as mudanças climáticas antropogênicas e uma intensa taxa de perda florestal principalmente na região do "Arco do desmatamento" (Sudeste do Pará para o oeste, passando por Mato Grosso, Rondônia e Acre (WONGCHUIG et al., 2023), conforme mencionado anteriormente essas áreas têm passado por intensa expansão pecuária e agrícola (FREITAS et al., 2018).

Figura 7 - Agrupamento em cluster dos padrões de área desmatada por mês a cada trimestre no período de 2019 a 2022.



CONCLUSÃO

O estudo revelou uma complexa dinâmica de desmatamento na Amazônia Legal ao longo dos anos analisados. Em 2020, houve um aumento significativo associado a retrocessos ambientais, enfraquecimento da fiscalização e a pandemia. O agronegócio, especialmente a expansão de áreas de pastagem e cultivo de grãos, surge como o principal impulsionador do desmatamento ilegal, representando a maior parte da perda de vegetação nativa entre 2020 e 2021. Os estados da Amazônia Legal apresentam taxas similares e elevadas de desmatamento, com destaque para o Pará. A análise sazonal

mostrou um aumento nas taxas de desmatamento durante os meses mais secos, evidenciando a influência da estação seca nas atividades ilegais. Desta forma, observa-se a necessidade imediata de implementar estratégias abrangentes que levem em conta fatores climáticos, práticas agrícolas e políticas de fiscalização ambiental. Nesse sentido, o sensoriamento remoto é essencial para entender e combater o desmatamento na Amazônia Legal, permitindo monitorar e avaliar as mudanças na cobertura florestal ao longo do tempo, fornecendo informações importantes para a tomada de decisões públicas.

REFERÊNCIAS

CAMPARI, J. S. **The economics of deforestation in the Amazon**. 1 ed. Amazon: Editora Edward Elgar, 2004.

CARVALHO, A. C.; SERRA, D. F.; SILVEIRA, M. A.; JARDIM, J. M. A questão do desmatamento florestal no Pará: evidências empíricas centradas em econometria espacial. **Cardenos CEPEC**, v. 3, n. 3, p. 1-28, 2014.

FILHO-LEITE, A. T.; PONTES, V. Y.; COSTA, M. H. Effects of deforestation on the onset of the rainy season and the duration of dry spells in southern Amazonia. **Journal of Geophysical Research: Atmospheres**, v. 124, 2019.

FILHO-LEITE, A.T.; COSTA M. H.; FU. R. The southern Amazon rainy season: The role of deforestation and its interactions with large-scale mechanisms. **Internacional Journal of Climatology**, v. 40, p. 2328-2341, 2020.

FREITAS, F. L. M.; SPAROVEK, G.; BERNDDES, G.; PERSSON, U.M; ENGLUND, O.; BARRETO, A.; MÖRTBERG, U. Potential increase of legal deforestation in Brazilian Amazon after Forest Act revision, **Nature Sustainability**, v. 1, p. 665-670, 2018.

GARRET, R. D.; CAMMELLI, F.; FERREIRA, J.; LEVY, A. S.; VALETIM, J.; VIEIRA, I. Florestas e Desenvolvimento Sustentável na Amazônia Brasileira: História, Tendências e Perspectivas Futuras. **Revisão Anual de Meio Ambiente e Recursos**, v. 46, 2021.

HECHT, S. Cattle Ranching in the Eastern Amazon: Environmental and Social Implications. In: HECHT, S. (Ed.). **The Dilemma of Amazonian Development**. 2019. p. 1-34.

IMAZON. **Como desenvolver a economia rural sem desmatar a Amazônia?** Belém, 2013.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). **Monitoramento da Floresta**. São José dos Campos, 2004

JUNIOR, S. H. L. C.; PESSOA, C. M. A.; CARVALHO, S. N; REIS, B. C. J.; LIANA, O. A; ARAGÃO, C. O. E.L. The Brazilian Amazon deforestation rate in 2020 is the greatest of the decade. **Nature Ecology Evolution**, v. 5, p. 144-145, 2021.

MAPBIOMAS. **Relatório Anual de Desmatamento 2021**. São Paulo, 2021.

MAPBIOMAS. **Relatório Anual de Desmatamento 2022**. São Paulo, 2023. 125 p.

MELLO, A. H.; FEITOSA, N. K. Dinâmicas da ocupação territorial na Amazônia: reflexões sobre os impactos socioambientais pós-pandemia decorrentes do avanço do desmatamento. **Unifesspa**, v. 15, p. 1-11, 2020.

MENEZES, A. C. C. Colunas de fogo, cortinas de fumaça e narrativas inflamáveis: multiplicação de incêndios florestais e as novas dinâmicas sociais da expansão da fronteira agropecuária amazônica. **Trabalho Necessário**, v. 20, p. 1-26, 2022.

MORAES, S. V.; MONTEIRO S. S. **Organização Regional do Brasil**. Cecierj, 2020. 218 p. Disponível em: <https://canal.cecierj.edu.br/042021/4e7fe2e5902a9d4808dcc17cff42de14.pdf>. Acessado em: 10 out. 2023.

SANTOS, D.; SALOMÃO, R.; VERÍSSIMO, A. Fatos da Amazônia 2021. **Amazônia 2030**, 2021. 86 p. Disponível em: <https://amazonia2030.org.br/wp-content/uploads/2021/04/AMZ2030-Fatos-da-Amazonia-2021-3.pdf>. Acessado em: 2 agos. 2023.

SILVA, V. V.; ARAÚJO, N. J.; LIMA, P. A. L. O agronegócio e as transformações na fronteira no sul do Amazonas. In: ENCONTRO NACIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM GEOGRAFIA, 14, 2021, virtual. **Anais [...]**. 2021. p. 1-13. Disponível em: https://editorarealize.com.br/editora/anais/enanpege/2021/TRABALHO_COMPLETO_EV154_MD1_SA142_ID191213112021132619.pdf. Acesso em: 20 out. 2023.

SKIDMORE, E. M.; MOFFETE, F.; RAUSCH, L.; CHRISTIE, M.; MUNGER, J.; GIBBS, K. H. Cattle ranchers and deforestation in the Brazilian Amazon: Production, location, and policies, **Global Environmental Change**, v. 68, p. 1-14, 2021.

WEST, P. A. T.; FEARNESIDE, M. P. Brazil's conservation reform and the reduction of deforestation in Amazonia. **Land Use Policy**, 2021. 105072 p. Disponível em: <https://repositorio.inpa.gov.br/handle/1/36429>. Acesso em: 25 out. 2023.

WONGCHUIG, I.; ESPINOZA, C. J.; CONDOM, T.; JUNGUAS, C.; SIERRA, P. J.; FITA, L.; SÖRENSSON, A.; POLCHER, J. Changes in the surface and atmospheric water budget due to projected Amazon deforestation: Lessons from a fully coupled model simulation. **Journal of Hydrology**, v. 625, Parte A, 2023.