

DESMATAMENTO NA AMAZÔNIA: QUE TIPO DE USO SE ESTABELECE APÓS A REMOÇÃO DA FLORESTA?

Luis Augusto Lima Oliveira Junior ¹, Jailson Soares de Souza Filho ¹, João Victor Nascimento Siqueira ², Antonio Victor Galvão da Fonseca ³ e Carlos Moreira de Souza Junior ¹

¹Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia - IMAZON
Caixa Postal 66.055-200 - Belém - PA, Brasil
[luis, jailson, souzajr]@imazon.org.br

²Ecode
Caixa Postal 66.065-710 - Belém - PA, Brasil
joaovsiqueira1@gmail.com

³Universidade de Clark
950 Main Street, Worcester, MA 01610
antfonseca@clarku.edu

RESUMO

O desmatamento na Amazônia é o principal fator impulsionador das emissões de gases de efeito estufa no setor de mudança do uso da terra. Por isso é essencial entender o tipo de que uso se estabelece após o desmatamento, assim como o uso final. De 1985 a 2023, mais de 92% do desmatamento no bioma teve como primeiro uso pastagem, enquanto agricultura variou entre 0,12 a 7,12%. Analisando o primeiro e último uso observou-se que a trajetória mais comum na Amazônia (83,5%) foi desmatamento para pastagem, permanecendo assim ao final da série. A transição de pastagem para agricultura representou 6,45% do acumulado na série, e 8,55% das áreas desmatadas para pastagem retornaram à condição de floresta. Existem ainda áreas abertas na Amazônia que, sem uso, foram abandonadas e regeneraram. Essas áreas devem ser prioritárias no fomento da restauração florestal no bioma.

Palavras-chave — Uso da terra, desmatamento, pastagem, Amazônia, série temporal.

ABSTRACT

Deforestation in the Amazon is the main factor driving greenhouse gas emissions in the land use change sector, so it's essential to understand what use is established after deforestation, in addition to the final use. From 1985 to 2023, more than 92% of deforestation in the biome had pasture as its first use, while agriculture varied between 0.12 and 7.12%. The most common trajectory in the Amazon, with 83.5%, was deforestation for pasture, which remained the same at the end of the time series. The transition from pasture to agriculture accounted for 6.45% of the accumulated in the series, and 8.55% of deforestation for pasture returned to forest. Some deforested areas in the Amazon are unused, abandoned, and regenerating. These areas should be a priority for promoting forest restoration in the biome.

Key words — Lands use, deforestation, pasture, Amazon, Time series.

1. INTRODUÇÃO

Eventos climáticos extremos estão se tornando cada vez mais comuns na atualidade, em diversas partes do mundo já é possível observar algumas evidências como aumento de temperatura, secas, enchentes, eventos meteorológicos extremos, derretimento de geleiras e aumento do nível do mar [1]. A emissão de gases de efeito estufa (GEE) é um elemento chave para entender a contribuição dos países na atual conjuntura de aquecimento global que vivemos. Cada país possui especificidades quanto à distribuição das emissões entre os diferentes setores [2]. No caso do Brasil, o setor que mais contribui para as emissões é o de mudança do uso da terra, impulsionado principalmente pelo intenso desmatamento de áreas de vegetação nativa para uso antrópico na Amazônia [3]. Nesse sentido, é fundamental entender os tipos de uso aos quais as áreas desmatadas são submetidas após a remoção da vegetação e verificar se esse uso inicial se consolida ou se é substituído por outra atividade ao longo do tempo.

Séries são essenciais para compreender os padrões e trajetórias dos diferentes tipos de usos e coberturas da paisagem. Nos últimos 40 anos o território amazônico passou por diversas transformações, com significativa conversão de áreas de vegetação nativa e expansão de atividades como pastagem, agricultura e mineração [4].

O objetivo desse estudo é identificar o primeiro uso da terra após o evento de desmatamento, buscando entender que tipo de atividade sucede a cobertura vegetal original. Além disso, o estudo visa identificar o uso final das áreas desmatadas no bioma Amazônia, analisando se o primeiro uso se mantém ou é substituído ao final do período analisado.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de Estudo

A área de estudo é o bioma Amazônia, que abrange aproximadamente 421 milhões de hectares (Mha) e cobre 49,5% do território brasileiro [5].

2.2. Material

Série Temporal de uso e cobertura da terra

Os mapas de uso e cobertura da terra utilizados neste estudo foram gerados a partir do trabalho de Souza Jr et al. (2023), que mapeou o período de 1985 a 2022, e para este trabalho atualizamos até 2023. Esses mapas funcionam como base para o produto de uso e cobertura da rede MapBiomas para Amazônia, a diferença entre os mapeamentos está na adição de classes raras que utilizam abordagens específicas para um determinado alvo, que são adicionadas no processo de integração final do MapBiomas. No total foram produzidas 39 camadas com classificações anuais de uso e cobertura da terra para o bioma Amazônia com 10 classes descritas na Tabela 1:

Classe	Descrição
Floresta	Vegetação com predominância de espécies arbóreas com dossel contínuo de alta densidade. Inclui também manguezais e florestas secundárias
Floresta Alagada	Áreas florestais permanentemente ou temporariamente inundadas
Savana	Tipos de vegetação com uma camada arbórea de densidade variável distribuída sobre uma camada arbustivo-herbácea contínua
Campos Naturais	Vegetação herbácea incluindo manchas com estrato arbustivo-herbáceo bem desenvolvido
Pastagem	Área campestre natural ou plantada convertidas em atividade agropecuária
Agricultura	Áreas predominantemente ocupadas por culturas anuais e culturas perenes
Afloramento Rochoso	Rochas expostas na superfície terrestre sem cobertura de solo, presença parcial de vegetação rochosa e declive elevado
Área não vegetada	Áreas de superfície impermeáveis ou solo exposto
Campo Alagado	Arbustos e pastagens naturais cobertas permanentemente ou temporariamente por água
Água	Rios, lagos, represas, reservatórios e outros corpos d'água

Tabela 1. Descrição das classes de uso e cobertura da terra mapeadas.

Os dados de uso e cobertura da terra produzidos para esta análise tem resolução espacial de 30 metros e foram classificados utilizando imagens dos satélites Landsat 5, 7, 8 e 9 [4].

2.3. Métodos

Para estimar o desmatamento foi utilizada a metodologia proposta por Souza Jr et al. (2023), baseada nas transições entre os dados de uso e cobertura da terra. O método agrupa as classes descritas na Tabela 1 em três categorias: Classes Florestais, Classes Antrópicas e Outras Classes. Após a determinação da linha de base das classes florestais em 1985 e das áreas já desmatadas no mesmo ano, o método analisa, pixel a pixel o incremento anual da perda de floresta. Quando ocorre uma transição de classe florestal para classe antrópica, o pixel é incorporado à máscara de desmatamento, recebendo um atributo correspondente ao ano que foi desmatado. Após o cálculo do desmatamento, um filtro espacial foi aplicado para eliminar pequenos grupos isolados de píxeis, evitando assim, a detecção do desmatamento em áreas de ruídos classificados no dado de uso e cobertura da terra. O filtro espacial reclassifica áreas menores que 1 hectare (ha) para a classe de não transição, sendo essa a área mínima mapeável proposta por esta metodologia. Como resultado final, obtém-se um produto raster que exhibe os incrementos de áreas desmatadas no bioma Amazônia entre 1986 e 2023. As estatísticas geradas são anuais e foram comparadas à outras fontes de dados que contabilizam o desmatamento anual como PRODES, MapBiomas e *Global Forest Watch*, no trabalho de Souza Jr et al. (2023) em seu Material Suplementar número 6.

Após estimar o desmatamento, o próximo passo foi definir o primeiro uso da terra e o uso final. Para determinar o primeiro uso após o desmatamento, foi identificado em cada pixel desmatado, no ano do evento de desmatamento e nos dois anos seguinte, qual a classe indicada nos dados de uso e cobertura da terra. A moda desses três valores determinou a categoria de uso e cobertura a ser usada na análise. No entanto, foi necessário utilizar janelas anuais menores para os anos de 2022 (2 anos) e 2023 (1 anos). O uso final na série foi determinado comparando todos os píxeis desmatados entre 1986 a 2023 com a cobertura ou uso da terra do ano 2023, estabelecendo assim algumas possíveis trajetórias nos 39 anos analisados na série histórica.

Todo o processamento foi feito na plataforma Google Earth Engine [6], aproveitando o poder de processamento computacional disponibilizado na plataforma. Embora o método seja totalmente automatizado, algumas limitações devem ser consideradas: as trajetórias a serem apresentadas neste estudo analisam uma janela de até três anos para definição do primeiro uso, enquanto o uso final se refere diretamente ao uso ou cobertura mapeados em 2023, sem detalhar o comportamento do pixel ao longo dos anos. Assim, as trajetórias apresentadas não necessariamente retratam toda a história do pixel após o desmatamento, mas cumpre bem o objetivo de esclarecer o primeiro uso após o desmatamento e o uso consolidado no final da série. Algumas trajetórias foram desconsideradas devido sua baixa ocorrência no bioma Amazônia.

3. RESULTADOS

3.1. Série histórica do desmatamento na Amazônia

Entre 1986 e 2023 foram mapeados 51,1 Mha de desmatamento no Bioma Amazônia, correspondendo a 12% do território do bioma. Na Figura 1, os tons mais amarelos destacam as áreas desmatadas nas décadas de 1980 e 1990, representando as regiões de ocupação mais antiga na Amazônia. Por outro lado, os tons mais vermelhos indicam áreas onde o desmatamento ocorreu mais recentemente, marcando as novas fronteiras do desmatamento no bioma.

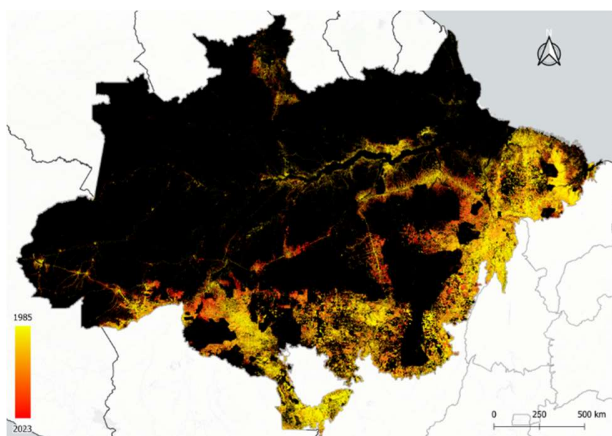


Figura 1. Área de Desmatada na Amazônia de 1985 a 2023.

3.2. Primeiro uso da terra após o desmatamento na Amazônia

Entre 1986 e 2023 o uso da terra mais comum logo após a remoção da vegetação nativa foi a Pastagem, como mostra a Figura 2:

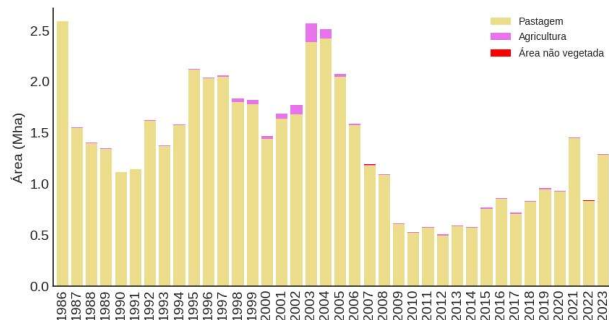


Figura 2. Primeiro uso da terra pós desmatamento no bioma Amazônia entre 1986 e 2023.

Durante o período estudado, a Pastagem predominou como uso inicial após o desmatamento, superando a Agricultura e as Áreas não vegetadas em mais de 90% dos eventos (Figura 2). A agricultura teve seus maiores valores como primeiro uso no início dos anos 2000, período em que o bioma apresentou suas maiores taxas de desmatamento,

segundo os dados oficiais do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais [7].

3.3. Uso final das áreas desmatadas na Amazônia (2023)

Dentre as trajetórias mais comuns na Amazônia, cinco foram selecionadas para serem detalhadas nesta seção:

1. Somente 0,05% das áreas desmatadas na Amazônia tiveram como primeiro uso Agricultura, mudando posteriormente para Pastagem;
2. A agricultura aparece como primeiro e último uso em 1,45% das áreas desmatadas;
3. As áreas desmatadas que tiveram como primeiro uso Pastagem e uso final agricultura representaram 6,45%;
4. 8,55% das áreas desmatadas tiveram como primeiro uso a pastagem e uso final floresta (regeneração);
5. A maior parte das áreas desmatadas no bioma teve como primeiro e último uso Pastagem (83,5%).

A Figura 3 mostra a distribuição espacial das principais trajetórias das áreas desmatadas na Amazônia entre 1986 e 2023:

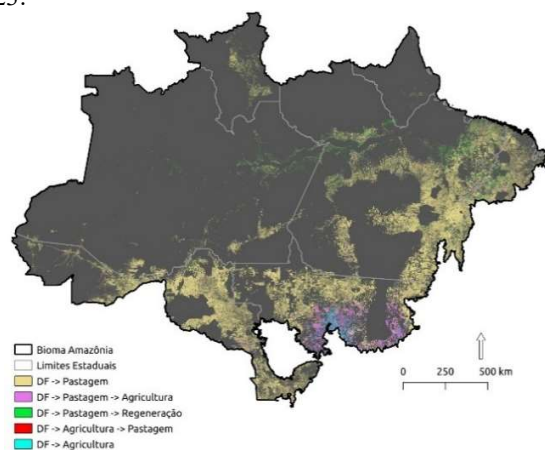


Figura 3. Desmatamento na Amazônia por tipo de uso final em 2023.

De acordo com a Figura 3 o uso final predominante é a pastagem, principalmente ao longo da região conhecida como o “arco do desmatamento”. As trajetórias com uso final sendo Agricultura se concentraram na parte sul do bioma, dentro do estado do Mato Grosso. As áreas em regeneração aparecem principalmente na divisa dos estados do Pará e Maranhão.

4. DISCUSSÃO

A conversão de floresta para pastagem na Amazônia é uma estratégia de ocupação de terras motivada tanto pelo potencial econômico da criação de gado quanto pela valorização especulativa da propriedade. O aumento da demanda internacional por carne bovina no início dos anos

2000, principalmente dos mercados de exportação como China e Estados Unidos, gerou uma pressão para a expansão da pecuária na região, contribuindo com as maiores áreas de perda de floresta na série temporal analisada [8]. Em locais onde as terras são adquiridas de forma irregular, seja através de ocupação ou grilagem, a pecuária se torna lucrativa como um meio de legitimar direito de propriedade da Amazônia. Estima-se que entre 9% e 13% das terras no bioma são passíveis de especulação, tendo valor positivo se ocupadas de forma ilegal [9]. Estes fatores citados ajudam a explicar a predominância da pastagem como uso principal nos primeiros anos após o desmatamento, além disso a pastagem é uma alternativa de baixo custo para comprovar o uso da terra, e assim, reivindicar a regularização da propriedade posteriormente.

Por outro lado, 8,55% das áreas desmatadas que tiveram como primeiro uso a pastagem, não tiveram seu uso consolidado, foram abandonadas e estão passando por um processo de regeneração da vegetação. Essas áreas podem ser consideradas como uma oportunidade de recuperação da cobertura vegetal, mas para isso, é necessário protegê-las e incentivar projetos de restauração capazes de conectar os fragmentos florestais remanescentes.

Em 2023 a Amazônia possuía mais de 7 Mha sob uso Agrícola [10], porém observou-se um percentual pequeno de áreas desmatadas que tiveram agricultura como primeiro uso da terra. Mais de 80% da agricultura na Amazônia é soja [10], e esse mercado foi alvo da Moratória da Soja durante a primeira década do século XXI. As empresas signatárias desse acordo passaram a excluir do mercado propriedades que possuíam desmatamento ilegal. Para fugir dessa restrição, a maior parte das áreas de agricultura na Amazônia passaram primeiro por um período como pastagem antes de se consolidar como uso agrícola. Esse processo ajuda a entender de que forma aconteceu a expansão da agricultura na Amazônia mesmo com estratégias para diminuir o desmatamento na região.

5. CONCLUSÕES

A pastagem é o principal uso da terra nas áreas desmatadas no bioma Amazônia. Entre 1986 e 2023 mais de 92% das áreas desmatadas tiveram pastagem como primeiro uso, evidenciando o caráter especulativo da supressão vegetal e posterior abandono da área. Analisando as trajetórias mais comuns observadas no bioma, podemos notar que a maior parte destas áreas tem seu primeiro e último uso como pastagem. A expansão agrícola na Amazônia se deu principalmente em áreas desmatadas que passaram primeiro por um período como pastagem e, em seguida, se consolidaram como agricultura.

Porém parte das áreas desmatadas que tiveram seu primeiro uso como pasto voltaram a ser floresta. Esse padrão de abandono de áreas abertas indica que não se pode desmatar novas áreas na Amazônia com a justificativa de aumentar ou expandir a produção agropecuária, já que existem regiões que

a vegetação foi removida, estão abandonadas, mas sem uso consolidado. Por outro lado, essas áreas abandonadas que estão em processo de regeneração natural e voltaram a ter cobertura com padrão florestal representam uma excelente oportunidade para os governantes e tomadores de decisão, de fomentar e potencializar a restauração florestal na Amazônia, colaborando de forma efetiva com as metas nacionais de restauração da vegetação nativa.

6. REFERÊNCIAS

- [1] Lange, S., Volkholz, J., Geiger, T., et al. Projecting Exposure to Extreme Climate Impact Events Across Six Event Categories and Three Spatial Scales. *Earth's Future*, 8, e2020EF001616, 2020. DOI: 10.1029/2020EF001616.
- [2] Höhne, N., Blum, H., Fuglestedt, J., Skeie, R., Kurosawa, A., Hu, G., Lowe, J., Gohar, L., Matthews, B., Nioac de Salles, A. C., & Ellermann, C.. Contributions of individual countries' emissions to climate change and their uncertainty. *Climatic Change*, 106, 359–391, 2011. DOI: 10.1007/S10584-010-9930-6.
- [3] Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa – SEEG, acessado em 31 de outubro de 2023 através do link: <https://seeg.eco.br/>
- [4] Souza Jr., C. M., Oliveira, L. A., de Souza Filho, J. S., Ferreira, B. G., Fonseca, A. V., & Siqueira, J. V. Landsat sub-pixel land cover dynamics in the Brazilian Amazon. *Frontiers in Forests and Global Change*, 6, 2023. DOI: 10.3389/ffgc.2023.1294552.
- [5] Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/>
- [6] N. Gorelick, M. Hancher, M. Dixon, S. Ilyushchenko, D. Thau, and R. Moore. Google Earth Engine: Planetary-scale geospatial analysis for everyone, *Remote Sensing of Environment*, v. 202, pp. 18-27, 2017.
- [7] TerraBrasilis, Dashboard de Desmatamento. 2022. Disponível em http://terrabrasilis.dpi.inpe.br/app/dashboard/deforestation/biomes/legal_amazon/rates
- [8] Walker, N., Patel, S., & Kalif, K.. From Amazon Pasture to the High Street: Deforestation and the Brazilian Cattle Product Supply Chain. *Tropical Conservation Science*, 6, 446-467, 2013. DOI: 10.1177/194008291300600309.
- [9] Bowman, M., Soares-Filho, B., Merry, F., Nepstad, D., Rodrigues, H., & Almeida, O.. Persistence of cattle ranching in the Brazilian Amazon: A spatial analysis of the rationale for beef production. *Land Use Policy*, 29, 558-568, 2012. DOI: 10.1016/J.LANDUSEPOL.2011.09.009.
- [10] Projeto MapBiomas – Coleção 9 da Série Anual de Mapas de Uso e Cobertura da Terra do Brasil, acessado em 31 de outubro de 2023 através do link: <https://mapbiomas.org/>