

A RELAÇÃO ENTRE ÁREAS DE EXPLORAÇÃO MADEIREIRA E ESTRADAS NA AMAZÔNIA LEGAL

Dalton Raphael Ruy Secco Cardoso¹, Camila da Silva Damasceno¹, Stefany Cristina Pinheiro Costa¹, Jailson Soares de Souza Filho¹ e Carlos Moreira de Souza Jr¹.

¹ Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia – Imazon
Trav. Dom Romualdo de Seixas, 1698, Ed. Zion Business, 11º andar – Belém – PA, Brasil

(dalton, camila, stefany.pinheiro, jailson, carlos)@imazon.org.br

RESUMO

As estradas são vetores responsáveis pelo processo de ocupação e desenvolvimento da Amazônia. Dois tipos de estradas predominam na Amazônia: as oficiais, construídas pelos governos federal e estaduais para compor a malha viária principal da Amazônia; e as estradas não-oficiais, abertas a partir das estradas oficiais para ocupação e colonização espontânea e, principalmente, para exploração de madeira nativa. As estradas contribuem expressivamente para o avanço do desmatamento e para degradação florestal. O objetivo deste estudo é avaliar a relação das áreas de exploração madeireira com as estradas na Amazônia brasileira. Para isso, cruzamos dados de estradas gerados a partir de técnicas de IA (Inteligência Artificial) no ano de 2020 com dados de exploração madeireira gerados pelo Simex (Sistema de Monitoramento da Exploração Madeireira) para 2020 e 2021. Os resultados demonstraram que cerca de 95% das áreas de exploração madeireira concentram-se a até 3 km de distância das estradas.

Palavras-chave - Estradas, extração madeireira, Amazônia legal, google earth engine;

ABSTRACT

Roads are vectors responsible for the process of occupation and development of the Amazon. Two types of roads predominate in the Amazon: the official roads, built by the federal and state governments to form the main road network in the Amazon; and the unofficial roads, opened from the official roads for spontaneous occupation and colonization and, mainly, for exploitation of native wood. These roads contribute significantly to the advance of deforestation and forest degradation. The objective of this study is to evaluate the relationship between logging areas and roads in the Brazilian Amazon. To this end, we crossed road data generated from AI (Artificial Intelligence) techniques in the year 2020 with logging data generated by Simex (Logging Monitoring System) for 2020 and 2021. The

results showed that about 95% of logging areas are concentrated within 3 km of roads.

Keywords - Roads, logging, legal Amazon, google earth engine;

1. INTRODUÇÃO

Em 2020, foram identificados 3,46 milhões de quilômetros de estradas na Amazônia Legal [1]. Essas vias são consideradas importantes vetores de ocupação, porque contribuem para reduzir o isolamento de comunidades locais e permitem o acesso à serviços públicos em áreas remotas. As estradas também permitem o escoamento da produção agrícola e florestal da Amazônia. Por outro lado, ampliam o acesso a recursos naturais (e.g., madeira, ouro, dentre outros), e são os principais vetores de ocupação de áreas públicas não destinadas, além de facilitarem o acesso a Áreas Protegidas [2].

Na Amazônia, há essencialmente dois tipos de estradas: oficiais e não-oficiais. O primeiro tipo de estradas foram construídas maioritariamente na década de 70 pelo governo federal e estão registradas nos mapas oficiais do DNIT (Departamento Nacional de Infraestrutura e Transporte). Já o segundo, são estradas construídas pela iniciativa privada e geralmente visam o acesso e exploração de recursos madeireiros; sendo que grande parte não contam com estudos técnicos para a mitigação de eventuais impactos ambientais e licenciamento ambiental, funcionando como indutor de ocupação de terras públicas e de atividades madeireiras predatórias na região [1-3].

Os relatórios da rede Simex (Sistema de Monitoramento da Exploração Madeireira) revelaram que somente entre agosto de 2020 e julho de 2021 mais de 377 mil hectares de floresta foram consumidos pela exploração seletiva de madeira na Amazônia brasileira [4], o equivalente a quase 30% do total desmatado no mesmo período (1,3 milhão de hectares) [5]. Isto demonstra o

alcance da atividade madeireira na Amazônia e a necessidade do seu monitoramento.

Alguns estudos já evidenciaram a estreita relação da abertura de estradas com a extração dos recursos naturais da Amazônia [6]. De acordo com Barber *et al.* [7], cerca de 95% das áreas desmatadas (corte raso) no bioma estão concentradas em um raio de 5,5 km de distância das estradas, o que implica afirmar que dentro desta faixa há um risco amplificado de ocorrência de desmatamentos. A relação entre queimadas e estradas demonstraram que 80% das queimadas ocorrem num raio de até 2 km das estradas [8]. Até o momento, não há estudos que avaliem a relação das estradas com a atividade madeireira na escala do Bioma Amazônia. O objetivo deste estudo é avaliar como a distância das áreas de exploração madeireira varia a partir de todas as estradas, oficiais e não oficiais.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de Estudo

A área de estudo (Figura 1) abrange a Amazônia Legal, composta pelos estados do Acre, Amapá, Amazonas, Mato Grosso, Maranhão, Pará, Rondônia, Roraima e Tocantins, totalizando 5.015.068,18 km² de extensão, o que corresponde a 58,9 % do território brasileiro.

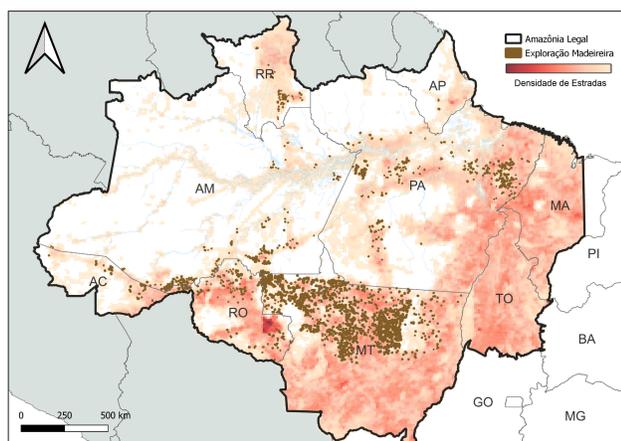


Figura 1 : Área de estudo com áreas de exploração madeireira e densidade de estradas na Amazônia.

2.2 Estradas

Utilizamos os dados produzidos por Botelho *et al.* [1] de estradas geradas por algoritmos de Inteligência Artificial (IA), para o ano de 2020. Totalizando 3,46 milhões de

quilômetros de estradas na Amazônia Legal, este mapa não diferencia estradas oficiais das não-oficiais.

2.3 Áreas de exploração madeireira

Utilizamos os dados de exploração madeireira na Amazônia brasileira produzidos pelo Sistema de Monitoramento da Exploração Madeireira (Simex) para 2020 [9] e 2021. O Simex mapeia a exploração madeireira com imagens Landsat e Sentinel 2 a partir de Modelo Espectral de Mistura (MME) e o índice NDFI [10]. O mapeamento anual do Simex utiliza o calendário de monitoramento do desmatamento da Amazônia (de agosto de 2019 a julho de 2020, e agosto de 2020 a julho de 2021), e cobre todos os estados da Amazônia brasileira, exceto Tocantins e Maranhão [11], onde a extração madeireira tem baixa ocorrência.

2.4 Processamento e análise dos dados

Os dados de estradas e de exploração madeireira foram processados na plataforma *Google Earth Engine* (GEE), por meio das linguagens JavaScript e Python [12].

Primeiro, convertimos o mapa de exploração madeireira, inicialmente em formato vetorial, para o formato *raster* (30 metros). Em seguida, na camada de estradas, foi aplicada a função euclidiana que permite gerar a distância para o pixel mais próximo. A partir disso, foi possível obter uma imagem raster com distâncias onde cada valor do pixel representa a distância em metro das estradas.

Finalmente, calculamos a concentração das áreas de exploração madeireira dentro das faixas de distância das estradas, gerando um mapa para cada ano de exploração madeireira (2020 e 2021).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Estudos anteriores já evidenciaram a alta correlação entre estradas e desmatamentos na Amazônia, e revelaram que 95% do desmatamento estão concentrados em até 5 km de distância das estradas [7]. Nossos resultados apontaram que, para o período de agosto/2019 a julho/2020, cerca de 95% das áreas de exploração madeireira se concentraram a 3 km de distância das estradas; percentual semelhante foi observado no período seguinte: agosto/2020 a julho/2021 (Figura 2).

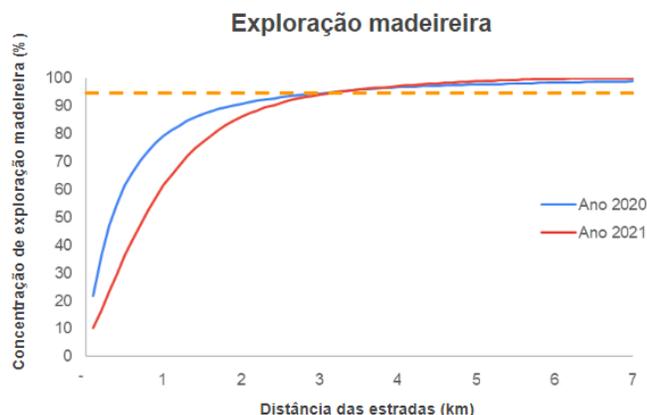


Figura 2: Exploração madeireira 2020 e 2021 em relação às estradas.

Entre 2020 e 2021, a atividade madeireira concentrou-se majoritariamente nos estados do Mato Grosso (61%), Pará (13%), Rondônia (10%) e Amazonas (10%) [4, 9], coincidindo com as áreas de maiores densidades de estradas no bioma. Essa sobreposição entre as camadas, evidencia a clara relação das estradas na distribuição da exploração madeireira na região.

Observamos variações maiores nos percentuais de concentração de áreas exploradas mais próximas das estradas (até 2 km de distância), com diferenças que chegam a 17,4% entre os períodos (Tabela 1). Isso pode ser explicado pela ausência da camada de estradas para 2021, o que impactou na análise da relação entre as estradas abertas em 2021 com as áreas exploradas no mesmo ano/ período.

Classe de distância	Concentração de exploração madeireira (%)		Diferença
	Ago/2019 - jul/2020	Ago/2020 - jul/2021	
Até 1 km	79,0	61,6	17,4
Até 2 km	91,0	86,2	4,8
Até 3 km	94,6	94,0	0,6

Tabela 1: Concentração das áreas de exploração madeireira em função da distância das estradas.

A maior concentração da atividade dentro de uma distância relativamente curta a partir das estradas abertas (até 3km) pode ser entendida como uma faixa economicamente viável para a atividade exploratória, além

de um importante insumo para a geração de mapas de alcance econômico e modelos de predição de áreas com risco da atividade na Amazônia (Figura 3) [13].

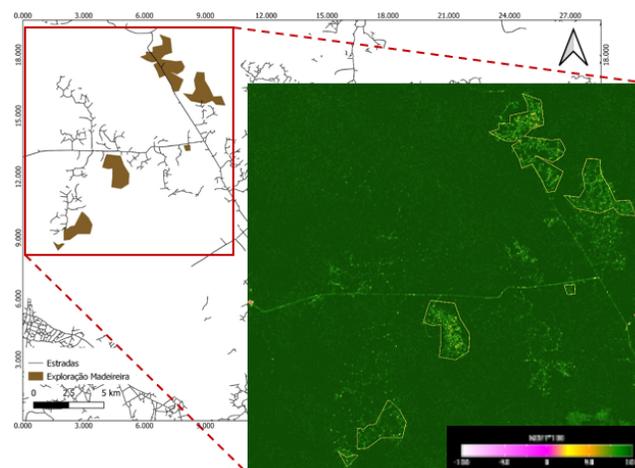


Figura 3: Estradas em áreas de exploração madeireira observadas em imagens NDFI.

4. CONCLUSÕES

Os resultados demonstram que a exploração madeireira concentra-se próximo às estradas, com 95% em até 3 km de distância. Isso reforça a existência de uma região crítica a partir dessas vias que precisam ser vigiadas com mais atenção a fim de reduzir o avanço de atividades predatórias a partir delas.

Ainda, aliada a outras variáveis, a variação da concentração de áreas exploradas em função da distância de estradas é uma importante variável para alimentar mapas de alcance econômico e modelos de predição de áreas com risco da atividade, podendo contribuir na antecipação e direcionamento de ações de combate e controle da degradação florestal e desmatamento na região.

Finalmente, este estudo evidenciou a necessidade de geração contínua dessas camadas a fim subsidiar sistemas e mecanismos de monitoramento de pressões na floresta.

5. AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Iniciativa Norueguesa Internacional para o Clima e Florestas (NICFI) (contrato BRA-2049 BRA-21/0004), ao Serviço Florestal Norte-Americano (USFS) (contrato 20-IG-11132762-273), ao Fundo Vale (contrato TCT-003/2022) e à Climate and Land Use

Alliance (CLUA) (contrato G-2008-57051) pelo apoio ao estudo .

6. REFERÊNCIAS

- [1] Botelho Jr, J.; Costa, S.; Ribeiro, J.; Souza Jr., C. Mapping Roads in the Brazilian Amazon with Artificial Intelligence and Sentinel-2. *Remote Sensing*, v. 14, n. 15, p. 3625, 2022.
- [2] Perz, S. G.; Souza Jr., C.; Arima, E.; Caldas, M.; Brandão Jr., A.; Souza, F. K. A. & Walker, R. 2005. O dilema das estradas não oficiais na Amazônia. *Ciência Hoje*. 37, 56-58. (In Portuguese).
- [3] Brandão Jr. e Souza Jr., 2006 - Brandão, AO, Jr. e CM Souza Jr Mapeamento de estradas não oficiais com imagens Landsat: Uma nova ferramenta para melhorar o monitoramento da floresta amazônica brasileira. *International Journal of Remote Sensing* 27: 177–189, 2006.
- [4] Simex. 2021. Sistema de Monitoramento da Exploração Madeireira (Simex): Mapeamento da exploração madeireira na Amazônia - Agosto 2020 a julho 2021 (p.1). Belém: Imazon, Idesam, Imaflora e ICV. Disponível em: <https://imazon.org.br/imprensa/quase-40-da-extracao-de-madeira-na-amazonia-nao-e-autorizada-mostra-pesquisa-inedita/>
- [5] INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Monitoramento da floresta amazônica por satélite, Projeto PRODES, 2022. Disponível em: <http://www.obt.inpe.br/OBT/assuntos/programas/amazonia/prodes>
- [6] Brandão Jr., A.; Souza Jr., C.; Ribeiro, J.; & Sales, M. 2007. Desmatamento E Estradas Não-Oficiais Da Amazônia. In: *Anais XII Simpósio Brasileiro De Sensoriamento Remoto*. Florianópolis, Brazil: Inpe. P. 2357-2364.
- [7] Barber, Christopher P. Cochrane, M.; Souza Jr., C.; Laurence, W. 2014. Roads, deforestation, and the mitigating effect of protected areas in the Amazon. *Biological conservation*, v. 177, p. 203-209.
- [8] Kumar, S.S., Roy, D.P., Cochrane, M.A., Souza, C.M., Barber, C.P. & Boschetti, L. 2014. A quantitative study of the proximity of satellite detected active fires to roads and rivers in the Brazilian tropical moist forest biome. *Int. J. Wildl. Fire*, 23, 532–543
- [9] Simex. 2020. Sistema de Monitoramento da Exploração Madeireira (Simex): Mapeamento da exploração madeireira na Amazônia - Agosto 2019 a julho 2020 (p.1). Belém: Imazon, Idesam, Imaflora e ICV. Disponível em: <https://imazon.org.br/publicacoes/sistema-de-monitoramento-da-exploracao-madeireira-simex-mapeamento-da-exploracao-madeireira-na-amazonia-agosto-2019-a-julho-2020/>
- [10] Souza Jr., C.; Roberts, D.; Cochrane, M. 2005. Combining spectral and spatial information to map canopy damage from selective logging and forest fires. *Remote Sensing of Environment*. 98: 329-343.
- [11] Sistema de Monitoramento da Exploração Madeireira. Simex. Série Boletins e Mapas de Exploração Madeireira. Imazon. Belém: Imazon. Disponíveis em: <http://imazon.org.br/publicacoes/>
- [12] Gorelick, N; Hancher, M.; Dixon, M.; Ilyushchenko, S; Thau, D.; Moore, R. 2017. Google Earth Engine: Planetary-Scale Geospatial Analysis For Everyone. *Remote Sensing Of Environment*, V. 202, P. 18–27.
- [13] Arima, E.; Walker, R., Perz, S., & Caldas, M. 2005. Loggers and forest fragmentation: Behavioral models of road building in the Amazon basin. *Annals of the Association of American Geographers*, v. 95, n. 3, p. 525-541.