

PADRÃO DE DESMATAMENTO NAS PRINCIPAIS RODOVIAS FEDERAIS DA AMAZÔNIA LEGAL

DEFORESTATION PATTERN ALONG THE MAIN FEDERAL HIGHWAYS OF THE LEGAL AMAZON

Iací Dandara Santos Brasil¹, Adriane Avelhaneda Mallmann², Ana Paula Dalla Corte³, Nelson Luiz Cosmo⁴, Rodrigo de Campos Macedo⁵, Jonathan William Trautenmuller⁶, Kauana Engel⁷

¹Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil, – iacidandara@yahoo.com.br

²Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil, – -mallmann.adriane@gmail.com

³Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil, – -anapaulacorte@gmail.com

⁴Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil, – -ncosmo@ufpr.br

⁵Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil, – -rodrigo.macedo@ufpr.br

⁶Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil, – -jwtraute@gmail.com

⁷Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil, – -kauanaeq@gmail.com

RESUMO

As rodovias da região amazônica constituem um dos principais vetores que impulsionam a ocupação territorial e consequente perda da cobertura florestal. Como forma de monitorar a remoção da floresta por corte raso na Amazônia Legal, o Projeto de Monitoramento do Desflorestamento na Amazônia Legal por Satélite (PRODES) tem monitorado desde o ano de 1988 o desflorestamento na Amazônia Legal. Nesse sentido, o objetivo do trabalho foi identificar o padrão de desflorestamento em diferentes faixas de distância das principais rodovias federais da Amazônia Legal, utilizando dados de desflorestamento acumulados de 1988 a 2017. A área de estudo corresponde às margens das principais rodovias federais que foram segmentadas em intervalos de classe de distância para extração dos polígonos de desflorestamento e realizar o cálculo da área média e total dos polígonos, assim como, análise do padrão em cada classe de distância das rodovias no ArcGIS 10.5. As maiores taxas de desflorestamento se concentram nos primeiros 250 metros de distância das rodovias. Observa-se que o percentual desflorestado na Amazônia Legal diminui gradativamente com a distância das rodovias, de 52,1% na primeira faixa a 17,8% na última faixa, enquanto a área média dos polígonos aumenta a partir da segunda faixa, de 0,5 km² a 4,3 km². Esse padrão de desflorestamento se mantém o mesmo para os estados. Apenas o estado do Tocantins é uma exceção a esse padrão, pois os percentuais desflorestados permanecem constantes para as 6 primeiras faixas.

PALAVRAS-CHAVE: Cobertura florestal, Desmatamento, Estradas, PRODES.

ABSTRACT

Roads in the Amazon region are one of the main vectors driving land occupation and the consequent loss of forest cover. To monitor forest removal by clear-cutting in the Legal Amazon, the Project for Monitoring Deforestation in the Legal Amazon by Satellite (PRODES) has been monitoring deforestation in the Legal Amazon since 1988. This study aimed to identify the pattern of deforestation at different distances from the main federal highways in the Legal Amazon, using accumulated deforestation data from 1988 to 2017. The study area corresponds to the margins of the main federal highways, which were segmented into distance class intervals to extract the deforestation polygons, calculate the average and total area of the polygons, and analyze the pattern in each distance class from the highways in ArcGIS 10.5. The highest deforestation rates are concentrated in the first 250 meters from the highways. The percentage of deforestation in the Legal Amazon gradually decreases with distance from the roads, from 52.1% in the first band to 17.8% in the last band. In contrast, the average area of the polygons increases from the second band, from 0.5 km² to 4.3 km². This pattern of deforestation remains the same for the states. Only the state of Tocantins is an exception to this pattern, as the deforested percentages remain constant for the first six bands.

KEYWORDS: Forest cover, Deforestation, Roads, PRODES.

INTRODUÇÃO

A Amazônia Legal é uma região administrativa, criada por meio da Lei Federal nº 1.806/53 que dispõe sobre o Plano de Valorização Econômica da Amazônia (DA SILVA & CAIXETA FILHO, 2015). A área possui cerca de 5,2 milhões km² e engloba os estados do Acre (AC), Amapá (AP), Amazonas (AM), Mato Grosso (MT), Pará (PA), Rondônia (RO), Roraima (RR) e parte dos Estados do Maranhão (MA) e Tocantins (TO).

A Amazônia Legal abriga a maior floresta tropical contínua do mundo (HADDAD et al., 2015). Sua conservação para regulação do clima e manutenção da biodiversidade é crucial atualmente (PENG et al., 2020).

Entre as décadas de 1960 e 1980, o Estado brasileiro adotou uma série de medidas políticas e econômicas para desenvolvimento e ocupação da Amazônia com foco na ampliação da malha rodoviária na região, assim como, promoção de incentivos para a ocupação fundiária das margens dessas rodovias (FEARNSIDE, 2006; ANDREAS, 2007; MORAN, 2016). A construção dessas rodovias exerceu papel fundamental na integração da região amazônica com o restante do país. No entanto, esse processo de ampliação também ocasionou desflorestamento (LAURANCE et al., 2002; FEARNSIDE, 2017). Nesse cenário, as rodovias ainda constituem um dos principais vetores que impulsionam o desmatamento e degradação da floresta (FEARNSIDE, 2017; SOUZA et al., 2017; NEVES et al., 2021; SILVA et al., 2023).

O Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), por meio do Projeto de Monitoramento do Desflorestamento na Amazônia Legal por Satélite (PRODES), tem monitorado desde o ano de 1988 o desflorestamento por corte raso na Amazônia Legal e aponta que as taxas anuais de desflorestamento na região permanecem preocupantemente elevadas (INPE, 2018). De acordo com dados atuais do Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia (Imazon), o desflorestamento na Amazônia Legal foi de 6.447 Km² no ano de 2023 (AMORIM et al., 2023).

Tendo em vista esse contexto, são diversos os estudos sobre a influência das rodovias no desflorestamento da Amazônia Legal (LAURANCE et al., 2002; FEARNSIDE, 2006; ANDREAS, 2007; MORAN, 2016; FEARNSIDE, 2017; SOUZA et al., 2017; NEVES et al., 2021; SILVA et al., 2023). Essas pesquisas, em sua maioria, trabalham com a caracterização e quantificação do desflorestamento e mapeamento do uso e cobertura de regiões influenciadas por uma ou mais rodovias. No entanto, nota-se que há uma deficiência de estudos atuais sobre o padrão de desflorestamento que abordem em conjunto as principais rodovias da Amazônia

Legal.

A partir dessa visão, este trabalho objetivou identificar o padrão de desflorestamento em diferentes faixas de distâncias das principais rodovias federais da Amazônia Legal, utilizando dados de desflorestamento acumulado de 1988 a 2017. Além disso, esse estudo visou servir de apoio na identificação das regiões mais propensas ao desflorestamento e das regiões já fragilizadas com a perda de cobertura florestal e assim poder servir de instrumento para a tomada de decisão com relação a possíveis intervenções nessas áreas.

MATERIAIS E MÉTODOS

Área de Estudo

A área de estudo corresponde as margens das principais rodovias federais construídas durante as décadas de 1950 a 1970, que atravessam a região da Amazônia Legal, as BRs: 010, 163, 174, 230, 319 e 364, conhecidas comumente como rodovia Bernardo Sayão/Rodovia Belém-Brasília (1.650,2 km), rodovia Cuiabá-Santarém (3.074,4 km), rodovia Manaus-Boa Vista (3.165,8 km), rodovia Transamazônica (3.709,7 km), rodovia Manaus-Porto Velho (881,1 km), rodovia Marechal Rondon (3.326,9 km) respectivamente (Figura 1). Apenas o estado do AP não foi incluído na investigação por não ser cortado pelas BR objeto do estudo.

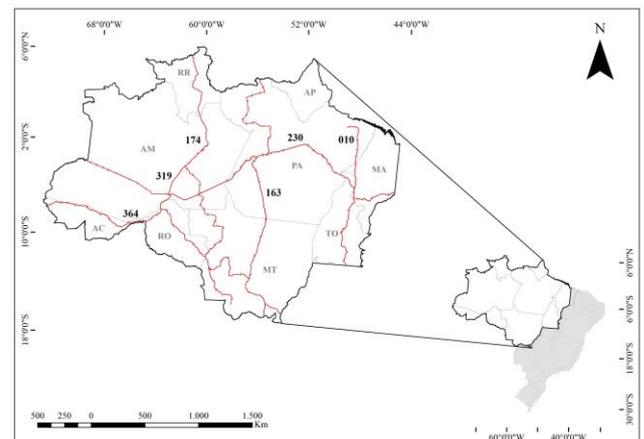


Figura 1. Localização das estradas federais do estudo.

Para a quantificação do desflorestamento, foram utilizadas 7 classes com diferentes intervalos de distância das rodovias, intervalo da distância gerada de forma arbitrária, sendo: Classe 1: 0 m a 250 m; Classe 2: 250 m a 500 m; Classe 3: 500 m a 1.000 m; Classe 4: 1.000 m a 2.500 m; Classe 5: 2.500 m a 5.000 m; Classe 6: 5.000 m a 10.000 m; e Classe 7: 10.000 m a 100.000 m.

Dessa forma, a escolha da distância máxima das

margens das rodovias teve como base o Decreto Federal nº 1.164, de 1971 (revogado pelo Decreto-Lei nº 2.375, de 1987). Foi por meio deste decreto que o Governo Federal retirou o poder dos estados sobre as terras que constituíam a faixa de 100 km de cada lado das estradas federais existentes, com a finalidades de venda, implantação de grandes projetos, alguns projetos de colonização oficial, entre outros (LOUREIRO & PINTO, 2005).

Aquisição de dados

A base cartográfica com os limites da Amazônia Legal foi adquirida de forma gratuita no site do Ministério do Meio Ambiente (MMA) e os limites dos estados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Já a base vetorial com as rodovias federais foi baixada do site do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT).

Por meio do PRODES foram obtidos os dados vetoriais do desflorestamento nos anos 1988 a 2017. O PRODES realiza o mapeamento do corte raso, o qual é a remoção completa da cobertura vegetal. No programa TerraAmazon realiza o georreferenciamento, pré-processamento, realce das imagens do Landsat 5 e 8, interpretação e delimitação dos polígonos das áreas desmatadas maiores que 6,25 hectares, para posterior disponibilização desses dados ao público. (CÂMARA et al., 2006).

Processamento de dados

Os dados vetoriais das rodovias federais, desflorestamento, limites dos estados e limites da Amazônia Legal foram incorporados no *software* ArcGis 10.5. Do arquivo vetorial contendo as rodovias federais foram filtradas as BR que possuem maior importância para a região, de acordo com a busca na literatura (SOUZA et al., 2017; PINHEIRO et al., 2016; XAUD & EPIPHANIO, 2016; BARNI et al., 2015; SOUSA & PACHECO, 2013; BARNI et al., 2012; LAMEIRA et al., 2010; FEARNside & GRAÇA, 2006; FERREIRA et al., 2005).

Ainda no *software* ArcGis foram gerados *buffers* para os intervalos das sete classes de distância das rodovias. Esses *buffers* foram recortados tendo como máscara os estados da Amazônia Legal e para posterior cálculo da área dessas classes de distância por estado. Essas áreas serviram de base para o cálculo do percentual desflorestado nos intervalos das classes.

Os polígonos de desflorestamento de 1988 a 2017, obtidos do PRODES, foram somados, de modo a se obter o desflorestamento acumulado para esse período. Posteriormente recortado por estado e por classe de

distância das rodovias federais, utilizando como máscara de corte os *buffers* de intervalo de distância das rodovias. Por fim, foi possível calcular a área total desflorestada e a área média dos polígonos desflorestados por classe de distância das rodovias e por estado.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A construção das rodovias que atravessam a Amazônia Legal ocasionou uma série de mudanças no espaço geográfico amazônico, tanto no quesito da retirada da vegetação, como no meio de transporte, economia da população e no padrão de ocupação (ANDREAS, 2007; FEARNside, 2017). A organização populacional, até então influenciada e concentrada às margens de rios e com a economia voltada principalmente para extrativismo dos recursos florestais, passou a ter um novo eixo econômico-ocupacional, habitando também as margens das rodovias e explorando em maior escala a agricultura, pecuária e mineração. Além disso, com o incentivo para o aumento populacional dessa região, o desflorestamento das margens dessas rodovias foi ainda maior. Assim como reforçam Laurance et al., (2002); Prates & Bacha, (2011), entre os fatores que determinam o aumento do desflorestamento na Amazônia brasileira estão o aumento da densidade populacional e a presença das rodovias.

Na Tabela 1 é apresentado a área dos *buffers* que foram gerados para as 7 classes de distância das principais rodovias dos estados da Amazônia Legal, ou seja, os *buffers* representam a área das faixas de distância avaliadas nesse estudo.

O desflorestamento ocorrido em diferentes faixas de distância das rodovias totaliza cerca de 455.597,8 km², o equivalente a 19,0% da área total analisada (Tabela 2). Próximo às rodovias, nas faixas de distância que vão de 0 m a 250 m (Classe 1) e 250 m a 500 m (Classe 2), foram encontradas as maiores proporções desmatadas com relação a área da faixa, 52,1% e 46,0% respectivamente.

Na Figura 2 pode-se visualizar a localização espacial das principais rodovias federais que atravessam a Amazônia Legal e na Figura 3 a dispersão dos polígonos de desflorestamento ao longo das faixas de distância das BRs.

O desflorestamento diminui com o aumento da distância das estradas (MILIEN et al., 2021; SOUZA et al., 2017). Isso se deve ao fato dessa faixa ser a primeira a sofrer com a retirada da vegetação quando para a implantação ou manutenção das rodovias ou para o estabelecimento da população que migra para estes locais e a formação das cidades (LOUREIRO & PINTO, 2005; ANDREAS, 2007). Assim como as estradas principais facilita

o escoamento da produção e locomoção das pessoas entre regiões (SANTOS et al., 2021).

Devido ao padrão de uso e ocupação característico Classe 1, essa porção analisada apresentou a maior área percentual desflorestada e um número de polígonos desmatados por km² baixo, mas que cobrem grandes extensões de área. Esse número reduzido de polígonos está ligado à presença de mosaicos ocupacionais extensos e com forte ligação, que formam um polígono praticamente único. Nessa faixa o uso é intensivo e as vias tem um papel importante para o crescimento econômico regional e a ampliação da urbanização (SANTOS, 2018).

Nota-se que, a partir da segunda faixa de distância, há uma relação inversa entre o percentual desflorestado e a área média dos polígonos de desflorestamento. Sendo assim, à medida que ocorre o distanciamento das rodovias, a proporção da área desflorestada diminui gradativamente e a área média dos polígonos aumenta. A partir da segunda faixa existe concentração do desflorestamento em áreas específicas, os quais caracterizam por fragmentos de área desmatada de maiores dimensões.

Já a relação entre a proporção desflorestada e o número de polígonos por quilometro quadrado é direta, melhor dizendo, com o distanciamento das rodovias, as duas medidas diminuem. Ou seja, com a distância o desmatamento em área é menor, no entanto, mais concentrados nos locais, assim, formando polígonos de maior dimensão. Em nosso estudo, apenas a classe 3, com a menor taxa de desflorestamento, apresentou um resultado destoante desse padrão.

Na verificação do padrão de desflorestamento dos estados, assim como o que foi constatado para a Amazônia Legal como um todo, identifica-se que o padrão é a diminuição do percentual desflorestado nas diferentes classes e aumento da área média dos polígonos conforme há o distanciamento das rodovias, sendo o estado de TO uma exceção a esse padrão em nosso estudo.

Desse modo, o resultado da interpretação visual possibilitada pela cartografia temática, mostra que as maiores manchas de desflorestamento se concentram nos estados do MA, PA, MT e RO, em trechos das BRs 010, 230, 163, 174 e 364 (Figura 3).

Ao analisarmos a Tabela 3, verifica-se que os estados do MA, MT e RO apresentam os maiores percentuais de desflorestamento, por volta de 22,7%, 24,5% e 48,9%, respectivamente, e exibem os maiores valores de área média dos polígonos de desflorestamento: 13,6 km², 7,2 km² e 6,9 km².

O PA apresentou um percentual alto de desflorestamento, 24,9%, contudo a área média dos

polígonos de 3,5 km² ficou entre as menores encontradas. Essa disparidade com relação aos outros estados é explicada pelo fato deste estado apresentar duas realidades, na direção leste de seu território se concentra um elevado número de grandes polígonos que formam aglomerados de desflorestamento, já na direção oeste há presença de polígonos pequenos e distantes entre si.

Os estados com maior porcentual de desflorestamento (Figura 3) apresentam também as rodovias com maior quantidade de desflorestamento. O MT possui a influência de três BRs (BR 163, BR 364 e BR 174). Assim como o PA e MA sofrem grande influência da proximidade das BR 010 e BR 230, gerando um aglomerado de desmatamento.

RO apresenta grande concentração de desflorestamento na BR 364 no presente estudo (Figura 3). Brasil et al., (2022) avaliou que o estado conserva metade da sua cobertura floresta e apresenta alta fragmentação da floresta na região próxima a BR 364.

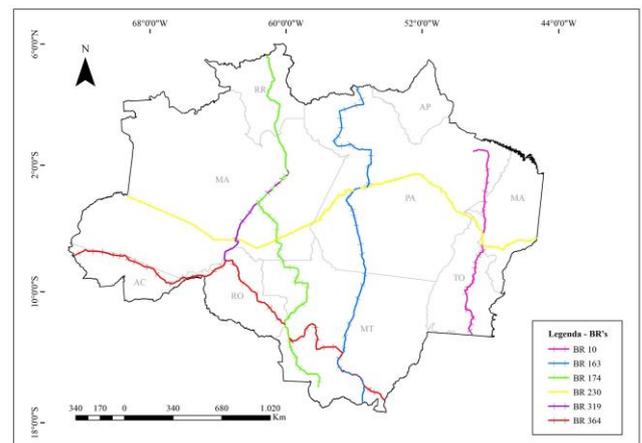


Figura 2. Mapa das principais rodovias que atravessam a Amazônia Legal.

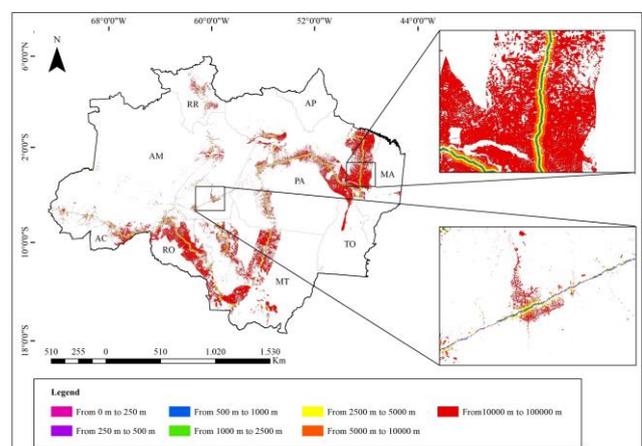


Figura 3. Mapa de desflorestamento nas faixas de distância das rodovias da Amazônia Legal.

Dentre os estados que contém maior concentração de

desmatamento ao redor das estradas, o PA e MT apresentam grande importância econômica com produtos como soja, gado e madeira (OLIVEIRA et al., 2021). Hoje, grande maioria do escoamento da produção é realizado por estradas na Amazônia.

O estado de TO, com desflorestamento percentual relativamente baixo de 9,6%, apresentou área média dos polígonos igual a 10,5 km², o segundo maior valor encontrado para os estados da Amazônia Legal. Esse desflorestamento não é distribuído homogeneamente, como pode ser visualizado na Figura 3, os maiores polígonos de desflorestamento concentram-se ao norte do estado, formando um aglomerado, enquanto na direção sul há polígonos de menores proporções e em menor quantidade.

Nota-se que os estados da Amazônia Legal apresentam altas taxas de desflorestamento na primeira classe de distância das rodovias, porém essas taxas diminuem gradativamente em função do distanciamento das rodovias (Tabela 4). Apenas o estado de TO mostra-se como uma exceção a esse padrão, pois seus percentuais desflorestados apresentam-se relativamente constantes dentro das classes de distância das rodovias, variando de 8,4% a 8,8%, e com valor máximo de 9,7% na Classe 7.

O estudo limitou-se a análise do desflorestamento que ocorre nas principais rodovias. No entanto, o desflorestamento estende-se para estradas menores, muitas vezes clandestinas (NEVES et al., 2021). Assim, torna-se importante também a elaboração de estudos que avaliem padrão e dimensão do desflorestamento ao redor de estradas menores.

Estudos como esse são importantes para que, além de identificar o padrão de desflorestamento em dada região, servem de apontamento de regiões propensas ao desflorestamento e regiões já fragilizadas com a perda de cobertura florestal. Assim servir de instrumento para a tomada de decisão com relação a possíveis intervenções nessas áreas do governo e Organizações Não Governamentais (ONGs).

Tabela 1. Área (km²) das classes de distância por estado.

Estados	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4	Classe 5	Classe 6	Classe 7
AC	442,6	442,5	884,9	2.648,8	4.277,2	7.865,0	78.028,7
AM	1.537,9	1.536,3	3.065,7	9.149,3	15.238,8	30.597,9	539.219,3
MA	409,7	409,1	816,2	2.437,1	3.900,3	7.138,5	95.325,2
MT	1.617,1	1.614,7	31.394,7	9.615,5	15.901,6	31.394,7	442.490,9
PA	1.911,3	1.906,6	3.797,9	11.298,6	18.567,3	36.445,2	552.556,6
RO	607,5	606,3	1.208,4	3.594,4	5.839,3	11.136,8	133.392,6
RR	357,9	357,7	714,3	2.131,6	3.520,7	6.952,0	108.547,6
TO	475,1	473,1	940,2	2.768,2	4.608,7	9.433,5	138.199,9

Tabela 2. Área desflorestada, número de polígonos desflorestados por km² e área média dos polígonos desflorestados nas sete classes de distância das rodovias da Amazônia Legal.

Classes	Área analisada (km ²)	Área desflorestada (km ²)	Área desflorestada (%)	Polígonos/km ²	Área média dos Polígonos (km ²)
Classe 1	7.359,2	3.832,1	52,1%	0,17	3,0
Classe 2	7.346,5	3.382,8	46,0%	0,89	0,5
Classe 3	42.822,1	5.784,3	13,5%	0,17	0,8
Classe 4	43.643,6	13.627,6	31,2%	0,20	1,6
Classe 5	71.853,9	20.232,2	28,2%	0,12	2,3
Classe 6	140.963,5	36.317,3	25,8%	0,08	3,1
Classe 7	2.087.760,7	372.421,4	17,8%	0,04	4,3
Área Total	2.401.749,5	455.597,8	19,0%	0,05	3,5

Tabela 3. Área desflorestada, número de polígonos desflorestados por km² e área média dos polígonos desflorestados nos estados da Amazônia Legal.

Estados	Área analisada (km ²)	Área desflorestada (km ²)	Área desflorestada (%)	Polígonos/km ²	Área Média dos Polígonos (km ²)
AC	94.589,6	17.903,8	18,9%	0,19	1,0
AM	600.345,2	24.076,7	4,0%	0,05	0,8
MA	110.436,2	25.121,1	22,7%	0,02	13,6
MT	534.029,2	130.677,2	24,5%	0,03	7,2
PA	626.483,5	156.079,5	24,9%	0,07	3,5
RO	156.385,3	76.507,4	48,9%	0,07	6,9
RR	122.581,8	10.185,2	8,3%	0,06	1,4
TO	156.898,8	15.046,8	9,6%	0,01	10,5
	2.401.749,5	455.597,8	19,0%	0,05	3,5

Tabela 4. Desflorestamento percentual por classe de distância e estado.

Estados	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4	Classe 5	Classe 6	Classe 7
AC	84,2%	74,0%	60,0%	45,5%	36,1%	30,0%	14,8%
AM	49,7%	34,8%	21,8%	11,8%	8,6%	7,1%	3,3%
MA	26,1%	26,1%	26,1%	26,0%	25,1%	23,1%	22,5%
MT	32,4%	31,5%	3,2%	29,2%	28,6%	27,8%	25,4%
PA	68,1%	63,2%	57,5%	46,0%	42,4%	38,6%	22,5%
RO	88,5%	82,1%	73,2%	59,5%	54,4%	51,6%	47,6%
RR	51,3%	45,3%	32,3%	15,7%	11,9%	11,1%	7,5%
TO	8,7%	8,7%	8,5%	8,4%	8,5%	8,8%	9,7%

CONCLUSÕES

O desenvolvimento metodológico aplicado na pesquisa possibilitou o atendimento dos objetivos apresentados. Com isso, tanto para a Amazônia Legal quanto para os estados individualmente há a confirmação de que o padrão de desflorestamento é de diminuição gradual do percentual desflorestado e aumento da área média dos polígonos de desflorestamento à medida que há o distanciamento das rodovias.

Identifica-se ainda uma tendência de concentração da ocupação antrópica, aglomerado e junção de polígonos de desmatamento, nos primeiros 250 metros de distância das rodovias federais. Ou seja, caracterizada por uma forte ligação antrópica que forma um polígono de desflorestamento praticamente único.

AGRADECIMENTOS

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)

REFERÊNCIAS

ANDREAS, J. **The economic model of Brazil during the military dictatorship**. 1.ed. Munich: GRIN Verlag, 2007.

BARNI, P.E. et al. Simulating deforestation and carbon loss in Amazonia: impacts in Brazil's Roraima state from reconstructing Highway BR-319 (Manaus-Porto Velho). **Environmental management**, v.55, n.2, p.259-278, 2015.

BARNI, P.E. et al. Desflorestamento no sul do Estado de Roraima: padrões de distribuição em função de Projetos de Assentamento do INCRA e da distância das principais rodovias (BR-174 e BR-210). **Acta Amazonica**, v.42, n.2, p.195-204, 2012.

BRASIL, I.D.S et al. Contributions of Forest Regeneration After Intense Fragmentation in the Amazon through Morphological Spatial Pattern Analysis. **Forest Science**, v. 68, n. 5-6, p. 508-520, 2022.

CÂMARA, G. et al. **Metodologia para o cálculo da taxa anual de desmatamento na Amazônia Legal**. São José dos Campos: INPE, 2006.

DA SILVA, R.P.; CAIXETA FILHO, J.V. Minimização dos custos de transporte para exportação de madeira da Amazônia Legal. **Revista de Administração e Negócios da Amazônia**, v.7, n.1, p.103-125, 2015.

FEARNSIDE, P. **Deforestation of the Brazilian Amazon**. 1.ed. Oxford Research Encyclopedia of Environmental Science, 2017. Disponível em: <https://oxfordre.com/environmentalscience/view/10.1093/acrefore/9780199389414.001.0001/acrefore-9780199389414-e-102>

FEARNSIDE, P.M. Desflorestamento na Amazônia: dinâmica,

impactos e controle. **Acta Amazonica**, v.36, n.3, p.395-400, 2006.

FEARNSIDE, P.M.; Graça, P.M.L.deA. BR-319: Brazil's Manaus-Porto Velho Highway and the potential impact of linking the arc of deforestation to central Amazonia. **Environmental Management**, v.38, n.5, p.705-716, 2006.

FERREIRA, L.V. et al. O desflorestamento na Amazônia e a importância das áreas protegidas. **Estudos avançados**, v.19, n.53, p.157-166, 2005.

AMORIM, L. et al. **Sistema de Alerta de Desmatamento (SAD) – Julho de 2023**. Belém: Imazon, 2023.

HADDAD, N.M et al. Habitat fragmentation and its lasting impact on Earth's ecosystems. **Science Advances**, v.1, n.2, p.1–10, 2015.

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Coordenação Geral de Observação da Terra. **Projeto de Monitoramento do Desflorestamento na Amazônia Legal por Satélite (PRODES)**. 2018. Disponível em: <http://www.obt.inpe.br/OBT/assuntos/programas/amazonia/pr odes>). Acesso em 10/10/2018.

LAMEIRA, W.J.deM. et al. Síntese de ocupação em estradas não-oficiais na Amazônia brasileira. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 62, p.261- 267, 2010.

LAURANCE, W.F. et al. Predictors of deforestation in the Brazilian Amazon. **Journal of biogeography**, v.29, n.5-6, p.737-748, 2002.

LOUREIRO, V.R.; PINTO, J.N.A. A questão fundiária na Amazônia. **Estudos Avançados**, v.19, n.54, p.77-98, 2005.

MILIEN, E.J. et al. Roads, deforestation and the mitigating effect of the Chico Mendes extractive reserve in the southwestern Amazon. **Trees, Forests and People**, v. 3, p. 100056, 2021.

MORAN, E.F. Roads and dams: infrastructure-driven transformations in the Brazilian Amazon. **Ambiente & Sociedade**, v. 19, p. 207-220, 2016.

NEVES, P.B.T. et al. Amazon rainforest deforestation influenced by clandestine and regular roadway network. **Land Use Policy**, v. 108, p. 105510, 2021.

OLIVEIRA, R.C. de et al. Increase of agribusiness in the Brazilian Amazon: development or inequality?. **Earth**, v. 2, n. 4, p. 1077-1100, 2021.

PINHEIRO, T.F. et al. Forest degradation associated with logging frontier expansion in the Amazon: the BR-163 region in southwestern Pará, Brazil. **Earth Interactions**, v.20, n.17, p.1-26, 2016.

PRATES, R.C.; BACHA, C.J.C. Os processos de desenvolvimento e desflorestamento da Amazônia. **Economia e Sociedade**, v.20, n.3, p.601-636, 2011.

PENG, W. et al. 2020. The ongoing cut-down of the Amazon rainforest threatens the climate and requires global tree planting projects: A short review. **Environmental research**, v. 181, p. 108887, 2020.

SANTOS, A.M. dos et al. Deforestation drivers in the Brazilian Amazon: Assessing new spatial predictors. **Journal of environmental management**, v. 294, p. 113020, 2021.

SANTOS, R.S. A construção da rodovia BR-153 na fronteira e urbanização da cidade de Araguaína, Tocantins. **Novos Cadernos NAEA**, v.20, n.3, p.97-114, 2018.

SILVA, C.F.Ada. et al. Road network and deforestation of indigenous lands in the Brazilian Amazon. **Transportation Research Part D: Transport and Environment**, v. 119, p. 103735, 2023.

SOUSA, M.L.; PACHECO, R.A. A Influência da Rodovia Belém-Brasília no Processo de Desenvolvimento das Cidades do Centro-Norte de Goiás. **Revista Geoaraguaia**, v.3, n.2, p.246-262, 2013.

SOUZA, A.A.deA. et al. A contribuição das estradas e o padrão de desflorestamento e degradação da cobertura florestal no sudoeste paraense. **Revista Brasileira de Cartografia**, v.9, n.69, p.1833-1846, 2017.

XAUD, M.R.; EPIPHANIO, J.C.N. Análise da dinâmica das conversões de uso e cobertura da terra na região sudeste de Roraima-Amazônia. **Revista Agro@ mbiente On-line**, v.9, n.4, p.465-475, 2016.