

Taíssa Caroline Silva Rodrigues

Professora Adjunta II na Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão - Campus Imperatriz, Doutora em Geografia pela UNESP/FCT de Presidente Prudente com Doutorado Sanduíche na Universidade de Coimbra - Portugal
taissa.rodrigues@uemasul.edu.br

Eduarda Vaz Braga

Engenheira Florestal formada pela Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão (UEMASUL) e mestranda em Ciências Ambientais na mesma instituição
eduarda.braga@uemasul.edu.br

Josué Carvalho Viegas

Doutoramento em andamento na área de Geografia Física pela Universidade de Coimbra, mestre em Geografia pela Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" - UNESP/ Campus de Presidente Prudente
josueviegasgeo@hotmail.com

As rodovias federais como vetores do desmatamento no Cerrado da Região Metropolitana do Sudoeste Maranhense (RMSM)

Resumo

Nas últimas décadas, os biomas brasileiros – entre eles, o Cerrado – vêm perdendo extensas áreas de floresta em decorrência da intensificação das atividades humanas, como pecuária, agricultura, silvicultura, monocultura e o próprio processo de ocupação e construção de rodovias. Este estudo tem como objetivo compreender, por meio de geotecnologias, como a abertura de rodovias federais atuou como vetor para o aumento do desmatamento no Cerrado da Região Metropolitana do Sudoeste Maranhense. Os dados foram coletados nas bases do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes e do MapBiomas, e processados com o software QGIS. Foram utilizados dados de uso e cobertura da terra, referentes aos anos de 1985 e 2023. Os resultados revelam uma redução média de 40% da cobertura florestal em todos os *buffers* analisados, com maior intensidade nas faixas mais próximas à malha viária. A classe agropecuária foi a que mais se expandiu, chegando a + 137% no raio de 20.000 m das estradas. Também houve um crescimento expressivo nas áreas não vegetadas e corpos d'água, indicando transformações antrópicas intensas. Esses padrões espaciais confirmam

o papel das rodovias como eixos estruturantes da reorganização territorial e da degradação ambiental no Cerrado.

Palavras-chave: Cerrado, sensoriamento remoto, rodovias, transformações.

Abstract

FEDERAL HIGHWAYS AS DRIVERS OF DEFORESTATION IN THE CERRADO OF THE SOUTHWESTERN MARANHÃO METROPOLITAN REGION – RMSM

In recent decades, Brazilian biomes – including the Cerrado – have been losing extensive forest areas due to the intensification of human activities such as livestock farming, agriculture, forestry, monoculture, and the process of occupation and road construction. This study aims to understand, through geotechnologies, how the opening of federal highways has acted as a driver for increased deforestation in the Cerrado of the Southwest Maranhão Metropolitan Region. Data were collected from the Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE), the National Department of Transport Infrastructure (DNIT), and MapBiomias, and processed using QGIS software. Land use and land cover data from the years 1985 and 2023 were analyzed. The results reveal an average reduction of 40% in forest cover across all buffers, with the greatest intensity in areas closest to the road network. The agricultural-livestock class experienced the largest expansion, reaching +137% within a 20,000 m radius of the roads. There was also a significant increase in non-vegetated areas and water bodies, indicating intense anthropogenic transformations. These spatial patterns confirm the role of highways as structuring axes of territorial reorganization and environmental degradation in the Cerrado.

Key-words: Cerrado, remote sensing, highways, transformations.

1. Introdução

Nas últimas quatro décadas, os biomas brasileiros sofreram um grave processo de desmatamento, principalmente devido à expansão de atividades humanas, como pecuária, agricultura, silvicultura, monocultura, ocupação e construção de estradas. Dentre eles, destaca-se o Cerrado, segundo maior bioma do Brasil, abrangendo cerca de um quarto do território nacional, ou seja, pouco mais de 200 milhões de hectares. Sua área abrange os estados de Goiás, Tocantins, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Bahia, Maranhão, Piauí, Rondônia, Paraná, São Paulo, além do Distrito Federal (SANO et al., 2010). É uma área abundante em

recursos naturais renováveis, adaptada às condições climáticas, edáficas e hídricas adversas que caracterizam o bioma (COLLI; VIEIRA; DIANESE, 2020; MAROUELLI, 2003).

A ocupação do Cerrado ganhou impulso a partir da década de 1930, estimulada pela política governamental conhecida como “Marcha para o Oeste”, que visava a integrar as regiões Centro-Oeste e Norte ao restante do país. De acordo com Estevam (1997) e Pires (2020), essa política tinha como objetivo colonizar regiões que eram vistas como desocupadas e organizar os transportes necessários para escoar a produção do país. Segundo Martins (1997), esse processo ocorre em duas etapas: a “frente de expansão”, que se caracteriza por uma ocupação esparsa e uma economia de subsistência, e a “frente pioneira”, que iniciou uma nova sociabilidade baseada no mercado e nas relações contratuais, promovendo modernização e mudanças sociais significativas.

Na mesma década de 1930, as regiões do Cerrado começaram a despertar o interesse econômico do Brasil, pois, além de sua grande área, as terras secas eram facilmente adaptáveis às atividades agrícolas e pecuárias. Com a mudança da capital do país para Brasília, situada no centro do Cerrado, teve início a execução de projetos de infraestrutura viária e o fortalecimento de programas e incentivos agrícolas (SALATINO, A.; SALATINO, M., 2023).

Sano et al. (2010) apontam que, a partir da década de 1970, os programas de incentivos agrícolas e de crédito foram ampliados, levando a uma mudança de um modelo agrícola regional para um modelo nacional, no qual os cultivos – milho, arroz, feijão e soja – são ditados por interesses comerciais, ou seja, o que é mais rentável para o mercado nacional. Nesse cenário, as empresas desenvolveram métodos de correção dos solos do Cerrado, potencializando a produção agrícola.

O crescimento e a ocupação do Cerrado, especialmente impulsionados pela expansão agropecuária, resultaram em desmatamentos e queimadas em toda a região. De 1985 a 2023, cerca de 38 milhões de hectares foram desmatados, o que equivale a uma perda de 27% da vegetação nativa do bioma. Atualmente, cerca de 48,3% do Cerrado foi modificado por atividades humanas, sobretudo a produção de grãos e a pecuária, principalmente nos estados do Matopiba (Maranhão, Tocantins,

Piauí e Bahia). Esse avanço tem feito do Cerrado o bioma mais destruído do Brasil, com 61 % da área desmatada em 2023, superando a Amazônia (MAPBIOMAS, 2023).

No Maranhão, o Cerrado ocupa uma área aproximada de 217.000 km², o que equivale a 65 % do território maranhense (INPE, 2021), e representa um conjunto de paisagens e ecossistemas transicionais entre a Amazônia, as Caatingas e a Zona Costeira. Os cerrados maranhenses, ao se inserirem como um macroespaço favorável em recursos naturais, tornam-se locais propícios à ocorrência de corredores ecológicos (BATISTELLA et al., 2014), sobretudo quando se considera a heterogeneidade dos compartimentos naturais que caracterizam o norte do estado.

O desmatamento no Maranhão, conforme o MapBiomas (2023), subiu da quinta para a primeira colocação, com um aumento de 95,1 % e uma perda total de 331.225 ha de vegetação nativa. Com isso, o estado ocupou, pela primeira vez, o topo do ranking do desmatamento. Entre os dez municípios que mais desmataram em 2023, oito estão localizados no Cerrado, e, destes, dois estão no Maranhão: Balsas, que ocupa a segunda posição, e Alto Parnaíba, que está na quarta posição. Já em relação às queimadas, o Maranhão foi o quinto estado mais afetado no Brasil em 2024, segundo o “Monitor do Fogo”, do MapBiomas, liderando no Nordeste. Foram devastados 2.120.445 ha, representando um aumento de 8,11 % em relação a 2023. O município de Balsas, no sul do estado, foi o mais atingido, registrando 125 mil ha queimados.

Um dos principais vetores de aceleração do desmatamento no Cerrado é a abertura de novas estradas. Embora essas construções sejam um marco na estratégia de desenvolvimento, também representam um ponto de partida para inúmeros impactos ambientais. Paff et al. (2009) destacam que a Rodovia Belém-Brasília, concluída em 1964 – antes da Operação Amazônia –, foi uma das primeiras rodovias a conectar o sul e o norte, estabelecendo uma conexão terrestre entre a Amazônia e o restante do país. Um efeito direto da abertura dessa estrada foi o movimento migratório para o norte de Goiás, sudeste do Pará e sul do Maranhão. Além disso, ao facilitarem o deslocamento de pessoas, novas vias aumentam o risco de impactos socioambientais em seu entorno.

Nesse contexto, este trabalho tem como objetivo compreender, por meio das geotecnologias, como a abertura de rodovias federais influenciou o aumento do desmatamento e das queimadas no Cerrado da Região Metropolitana do Sudoeste Maranhense (RMSM). O recorte espacial da pesquisa compreende a RMSM, região estabelecida pelo estado do Maranhão, por meio da Lei Complementar Estadual nº 204/2017, abrangendo uma área de 45.734,36 km², que inclui 22 municípios. Grande parte desse território está inserido no bioma Cerrado e apresenta sérios problemas ambientais, como: desmatamento, degradação de ecossistemas e, principalmente, queimadas recorrentes em determinados períodos do ano.

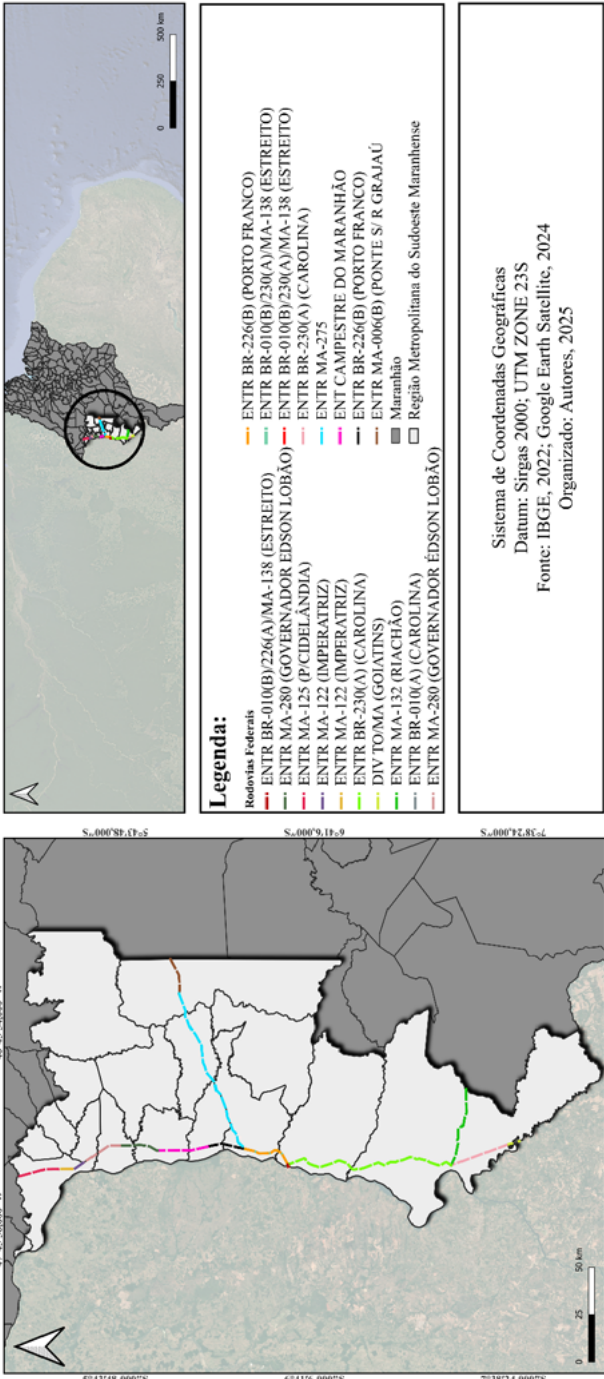
2. Materiais e métodos

2.1 Área de estudo

A área de estudo desta pesquisa corresponde ao trecho de Cerrado inserido na Região Metropolitana do Sudoeste Maranhense (RMSM), no estado do Maranhão (figura 1). Esse bioma ocupa quase 90% da área total da RMSM e vem enfrentando diversas transformações em sua paisagem nativa, consequência do desmatamento e das queimadas recorrentes na região (IBGE, 2023).

A RMSM foi criada pela Lei Complementar Estadual nº 89, de 17 de novembro de 2005, sendo inicialmente constituída por oito municípios: Imperatriz, João Lisboa, Senador La Roque, Buritirana, Davinópolis, Governador Edison Lobão, Montes Altos e Ribamar Fiquene. O objetivo do estado, ao criar essa região, era integrar, planejar e executar funções de interesse comum para esses municípios (BRAGA et al., 2024). Por meio da Lei Complementar nº 204/2017, a RMSM foi ampliada, passando a contar com mais 14 municípios, a saber: São Pedro da Água Branca, Vila Nova dos Martírios, Porto Franco, São Francisco do Brejão, Amarante do Maranhão, Sítio Novo, Carolina, Itinga do Maranhão, Açailândia, Campestre do Maranhão, Cidelândia, Lajeado Novo, São João do Paraíso e Estreito.

Figura 1
 MAPA DE LOCALIZAÇÃO DAS RODOVIAS NO CERRADO DA RMSM



Fonte: Autores, 2025.

Nesta pesquisa foram consideradas as rodovias federais BR-010, BR-226 e BR-230, que atravessam o Cerrado da RMSM e atuaram como vetores das principais transformações na região. Isso porque a abertura dessas estradas tanto facilitou o deslocamento para novas regiões, quanto incentivou a compra de terrenos por preços muito abaixo dos praticados em outras partes do Brasil e impulsionou as ocupações humanas e a prática de atividades agrícolas.

Essa região tem importância econômica tanto para o estado quanto para o país. Sobrinho (2017) afirma que, a partir de meados da década de 1950, ocorreu um fenômeno de migração de agricultores do centro-sul do Brasil para as regiões Norte e Nordeste; no Maranhão, esse fluxo migratório ocupou o sul e o oeste do estado. Nesse cenário, a formação dessa frente agrícola desempenhou um papel crucial no aumento da produção de arroz, destacando-se o município de Imperatriz como um dos principais centros produtores (BRAGA et al., 2024).

2.2 Aquisição e processamento de dados

Para a coleta dos dados analisados, foram utilizadas bases de dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT) e da plataforma MapBiomias. A base cartográfica indicando os limites do Cerrado e dos municípios foi adquirida gratuitamente no site do IBGE. Já a base vetorial referente às rodovias federais foi extraída do site do DNIT.

Além disso, foram utilizados dados de uso e cobertura da terra, referentes aos anos de 1985 e 2023, oriundos da coleção 9 do MapBiomias – uma rede colaborativa formada por ONGs, universidades e empresas de tecnologia, organizada por biomas e temas transversais. Optou-se pelo uso de dados de cobertura e uso da terra em vez de registros de desmatamento, pois esse conjunto possibilita compreender quais classes de uso deram lugar às áreas que foram desmatadas.

O processamento foi realizado no *software* QGIS, com a importação dos dados vetoriais das rodovias do estado do Maranhão. Em seguida, realizou-se o recorte das rodovias federais que atravessam a área de estudo, correspondente ao Cerrado da RMSM. No mesmo *software*, foram gerados

buffers para os intervalos de 500, 1.000, 1.500, 10.000 e 20.000 metros em relação às rodovias; os *buffers* foram gerados tendo como base as rodovias federais que passam pela área de estudo. Depois disso, realizou-se o recorte do TIFF de uso e cobertura, extraído do MapBiomass, de 1985 e 2023, tendo como máscara os *buffers* já criados. Com esses dados, foi possível criar tabelas para analisar de forma pontual as mudanças ocorridas na região.

3. Resultados e discussão

Sabe-se que a criação de rodovias sempre intensificou o aumento dos impactos ambientais em suas proximidades, principalmente o desmatamento. Fearnside (2022) cita como exemplo a construção das rodovias que atravessam a Amazônia Legal, que ocasionou uma série de mudanças no espaço geográfico amazônico, tanto em relação à retirada da vegetação, quanto aos meios de transporte, economia da população e padrão de ocupação. Na mesma direção, Brasil et al. (2023) destacam que a própria organização populacional, antes concentrada às margens de rios e dedicada ao extrativismo florestal, passou a assumir uma nova configuração após a construção das rodovias. Tais infraestruturas estabeleceram um novo eixo econômico-ocupacional, direcionando a ocupação para as margens das estradas e favorecendo a expansão da agricultura, da pecuária e da mineração, uma vez que a comercialização e o escoamento da produção foram facilitados pelas novas vias.

Segundo Paff et al. (2009), de 1960 a 1975, houve uma significativa expansão de estradas em todas as regiões do país. A rede rodoviária brasileira expandiu de 440.000 para 1.418.000 km. Seguindo essa tendência, a construção de estradas foi um marco na estratégia de desenvolvimento regional dos biomas brasileiros Amazônia e Cerrado, sendo a primeira grande obra a criação da Rodovia Belém-Brasília, que impulsionou a migração de agricultores. Nesse contexto, a criação extensiva de gado espalhou-se de modo desorganizado, apesar dos esforços do governo para regular os assentamentos rurais.

Durante a década de 1970, a atenção que antes se concentrava na Amazônia voltou-se para o Cerrado, que passou a ocupar lugar central no

processo de ocupação e expansão agrícola. Silva (2017) estima que, nesse período, os investimentos em estradas alcançaram cerca de US\$ 4 bilhões. Além disso, a implementação de políticas públicas, associada ao capital estrangeiro, criou condições para ampliar a fronteira agrícola brasileira, promovendo intensa exploração do Cerrado (INPE, 2021).

Torres (2025) afirma que, na Amazônia, cada quilômetro de estrada oficial gera 50 quilômetros de ramais não-oficiais, responsáveis por uma destruição até 305 vezes maior do que a causada por uma via oficial. Essa é uma das razões pelas quais algumas regiões do sul da Amazônia já deixaram de ser reservatórios de carbono e se tornaram emissoras. Nesse cenário de rápida degradação, o país corre o risco de perder muito rapidamente o bioma que é indispensável para regular a temperatura do planeta e manter o nível de chuvas do Brasil central.

No Maranhão, esse processo não foi diferente: as estradas funcionaram como vetores de ocupação do interior, a despeito do aumento das taxas de desmatamento dessas regiões. Uma das BRs que atravessam a região estudada é a BR-010, mais conhecida como Belém-Brasília, a primeira estrada construída na região Centro-Norte do Brasil, entre 1958 e 1960. Sua execução foi um grande desafio para a engenharia da época, devido às extensas áreas não ocupadas e cobertas por vegetação nativa. A rodovia conectou Brasília ao norte do Brasil, passando pelo Maranhão e abrindo caminho para o povoamento de cidades como Açailândia e Imperatriz. Com o tempo, a estrada transformou áreas antes isoladas e não desenvolvidas em polos regionais de desenvolvimento econômico, sendo Imperatriz um exemplo dessa transformação no estado do Maranhão.

Outra rodovia federal que atravessa a RMSM é a BR-230, mais conhecida como Transamazônica. Essa estrada integrou um dos megaprojetos de desenvolvimento que visavam a transformar o país em uma superpotência até o fim do século XX, ligando o Nordeste ao Norte brasileiro. Segundo Almeida e Oliveira (2021), o projeto de construção da rodovia Transamazônica – apesar de ter sido preparado para atender a uma decisão presidencial não precedida de estudos técnicos – fez parte de um projeto maior de integração nacional, cujo objetivo principal era garantir a soberania territorial brasileira. Com 4.260 km, passando por sete estados e 63 municípios, essa rodovia buscava promover a integração

e o desenvolvimento da Amazônia, transformando a região em uma área economicamente desenvolvida.

Segundo Oliveira Neto e Nogueira (2016), a abertura da rodovia possibilitou a implantação e o desenvolvimento de projetos oficiais e particulares de colonização e ocupação em suas margens. Gradativamente, o extrativismo, que até então era a principal atividade da região, deu lugar à expansão de cultivos agrícolas e da pecuária bovina. Toda essa dinâmica e a falta de estudos prévios sobre a viabilidade econômica e ambiental da rodovia contribuíram para o desmatamento de vastas áreas, além de facilitar a entrada de grileiros e garimpeiros ilegais. Dessa forma, a construção da estrada funcionou como um vetor inicial de impactos ambientais significativos na região.

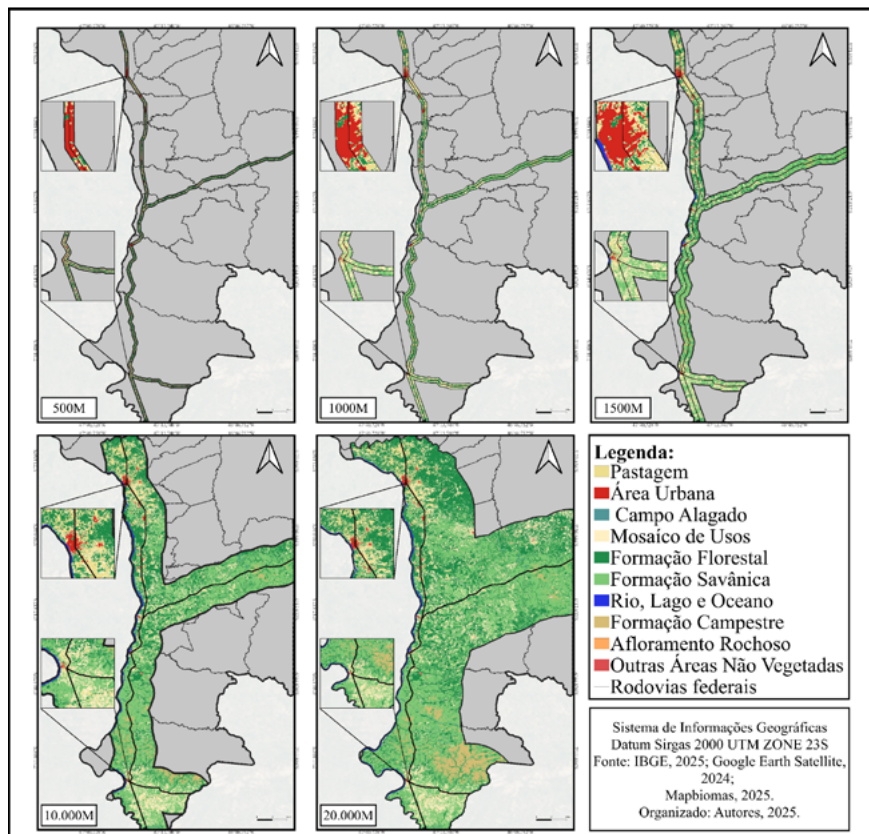
As figuras 2 e 3 apresentam os mapas de uso e cobertura da terra nos anos de 1985 e 2023, com dados extraídos do MapBiomias, mostrando diferentes classes de ocupação ao longo de faixas de distância (*buffers*) crescentes em relação às rodovias federais que cruzam o Cerrado da RMSM.

Observa-se nitidamente a substituição da cobertura florestal por áreas de uso agropecuário ao longo das últimas décadas, especialmente em zonas próximas às rodovias, como os *buffers* de 500, 1.000 e 1.500 m. A área de floresta, que inicialmente ocupava parcelas significativas ao longo desses corredores viários, foi severamente reduzida, enquanto a agropecuária avançou de forma proporcional e dominante em todos os intervalos analisados.

Por meio da análise dos produtos resultantes da classificação do MapBiomias, percebe-se que as primeiras alterações significativas no uso da terra se manifestaram nas áreas adjacentes às rodovias. Isso sugere que a construção e a abertura de novas rodovias facilitam e aceleram o desmatamento nessas localidades, além de também exercerem influência na transformação das áreas circunvizinhas da região em questão. Essa situação evidencia a conexão entre a infraestrutura viária e as práticas de uso da terra, ressaltando o impacto que essas obras podem ter sobre o meio ambiente e a paisagem local.

Figura 2

MAPA DE USO E COBERTURA, DO ANO DE 1985, DELIMITADO PELAS ÁREAS DOS BUFFERS

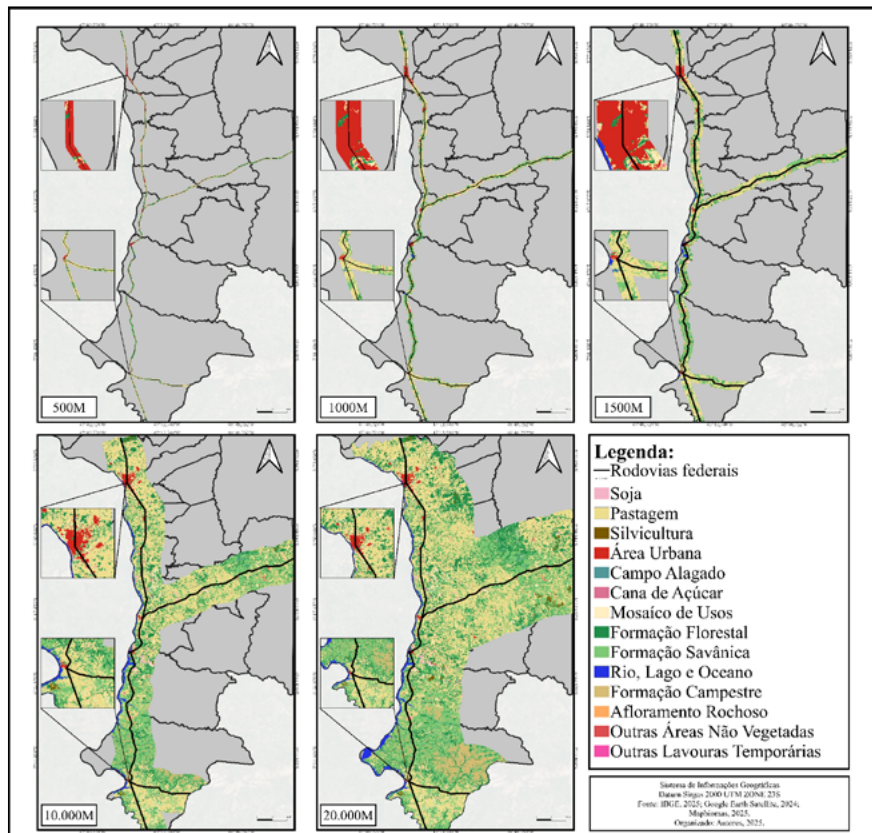


Fonte: Autores, 2025.

Esse padrão espacial reforça a literatura que indica que as rodovias são agentes da transformação territorial nos biomas do Brasil (FEARNSIDE, 2022; PAFF et al., 2009). Como observa Torres (2025), cada quilômetro de estrada oficial produz cadeias de efeitos que vão além de sua faixa de influência, gerando expansão não oficial, ocupação irregular e ampla degradação ambiental. As figuras 2 e 3, ao ilustrarem o padrão de transição da vegetação nativa para usos antrópicos em função da proximidade com a malha viária, confirma a função das rodovias BR-010, BR-226 e BR-230 como importantes impulsionadoras do desmatamento, da fragmentação ecológica e da reconfiguração da paisagem regional.

Figura 3

MAPA DE USO E COBERTURA, DO ANO DE 2023, DELIMITADO PELAS ÁREAS DOS BUFFERS



Fonte: Autores, 2025.

De forma complementar, a tabela 1 apresenta a variação percentual entre 1985 e 2023 para as classes de uso e cobertura da terra que mais se destacam, com base na comparação das áreas mapeadas para cada classe nos anos de 1985 e 2023, nas diversas zonas de amortecimento (*buffers*) ao redor das rodovias. Para cada classe e distância, foi calculada a variação entre a área final e a inicial, dividindo-se o resultado pela área de 1985 e multiplicando-se por 100, para expressar a magnitude da mudança em termos relativos. Valores acima de zero sinalizam uma expansão da área ocupada, ao passo que valores abaixo indicam uma diminuição.

Tabela 1

VARIAÇÃO PERCENTUAL DA ÁREA OCUPADA POR DIFERENTES CLASSES DE USO E COBERTURA DA TERRA ENTRE OS ANOS DE 1985 E 2023

Buffers (m)	Floresta (%)	Agropecuária (%)	Vegetação herb. (%)	Área não veg. (%)	Corpo d'água (%)
500	-39,7	+66,3	-3,9	+39,2	+254,7
1.000	-41,1	+74,8	-0,4	+51,3	+184,3
1.500	-41,0	+84,0	-1,4	+49,5	+100,5
10.000	-39,7	+111,7	+0,6	+67,2	+59,8
20.000	-39,5	+137,0	+0,2	+62,3	+94,0

Fonte: Autores, 2025.

Observa-se que a cobertura florestal reduziu, em média, cerca de 40% em todos os *buffers*, variando de -41,1% (1.000 m) a -39,5% (20.000 m). Essa perda florestal nas áreas adjacentes às rodovias é um reflexo da pressão direta resultante do processo de ocupação e conversão do uso da terra, acelerado por décadas de políticas de incentivo à expansão agrícola e por um controle fundiário ineficaz.

Em contrapartida, a classe agropecuária foi a que mais cresceu em termos percentuais, destacando-se um aumento de +137% a 20.000 m das rodovias e +111,7% dentro do *buffer* de 10.000 m. Mesmo nas distâncias mais curtas (500 m a 1.500 m), os aumentos também são significativos, variando de +66,3% a +84,0%. Esse padrão confirma que a presença das rodovias possibilita o acesso a novas áreas produtivas, diminui os custos logísticos e atrai investimentos agroindustriais, atuando como um catalisador da expansão da fronteira agrícola no Cerrado.

Outras classes também passaram por mudanças significativas. As áreas não vegetadas aumentaram progressivamente com a distância, atingindo +67,2% a 10 km das rodovias, refletindo tanto a expansão urbana quanto a degradação do solo. Mesmo ocupando áreas menos expressivas, os corpos d'água apresentaram crescimentos percentuais extremamente elevados em zonas próximas (+254,7% a 500 m), o que pode estar relacionado à criação de tanques, ao represamento e à transformação de áreas alagáveis pela ação antrópica.

O expressivo aumento das áreas agropecuárias, especialmente nos *buffers* de 10.000 m (+111,7%) e 20.000 m (+137%), confirma o papel

das rodovias como eixos estruturantes da expansão da fronteira agrícola. A acessibilidade proporcionada por essas vias facilita o transporte de insumos e produtos, reduz custos logísticos e atrai investimentos no setor produtivo. O padrão de crescimento progressivo das áreas não vegetadas, associado à elevação percentual dos corpos d'água próximos às rodovias, sugere intensificação de processos de urbanização, degradação do solo e intervenções artificiais nos sistemas hídricos, como escavações e represamentos.

4. Considerações finais

A metodologia adotada na pesquisa, que envolveu o uso de ferramentas de geotecnologias, especialmente dados de sensoriamento remoto, possibilitou concluir que as áreas mais próximas às rodovias apresentam um processo de desmatamento mais rápido e intenso. Logo, à medida que aumenta a distância dessas vias, observa-se uma redução no padrão de desmatamento. Além disso, vale pontuar que as rodovias atuam como vetores de ocupação, facilitando o deslocamento e estimulando o uso e a transformação da cobertura da terra, ainda que de forma indireta.

Verificou-se também que, nas margens das rodovias analisadas, formaram-se aglomerações populacionais que, posteriormente, deram origem a sítios urbanos e cidades, especialmente nos primeiros 1.500 m. O estudo concentrou-se nas rodovias federais que atravessam a porção do Cerrado na Região Metropolitana do Sudoeste Maranhense (RMSM), porém o desmatamento nessas áreas não se restringe às vias principais, podendo ser ainda mais significativo quando consideradas as rodovias estaduais, as estradas vicinais e os acessos clandestinos.

Nesse cenário, pode-se afirmar que o monitoramento contínuo e o planejamento territorial integrado são fundamentais para garantir a proteção das áreas do Cerrado maranhense, especialmente na RMSM, e que são necessários mais estudos voltados a essas regiões, tendo em vista sua importância ambiental, econômica e social.

Referências

- ALMEIDA, N; OLIVEIRA, F. L. Transamazônica Highway: the challenge of economic and socio-environmental development in the Brazilian Amazon. **Brazilian Journal of Development**, São José dos Pinhais, v. 7, n. 4, p. 37708-37714, 2021. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/28091>. Acesso em: 03 jul. 2025.
- BATISTELLA, M. et al. Macrozoneamento ecológico-econômico: potencialidades e fragilidades do Estado do Maranhão. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOPROCESSAMENTO E SENSORIAMENTO REMOTO, 7., 2014, Aracaju. **Anais [...]**. Aracaju: UFS, 2014. p. 449-453.
- BRAGA, E. V. et al. Análise das mudanças de uso e cobertura da terra na região metropolitana do sudoeste maranhense: um estudo na interface de transição entre Cerrado e Amazônia. **Revista Tocantinense de Geografia**, Araguaína, v. 13, n. 30, p. 134-150, 2024. Disponível em: <https://periodicos.ufnt.edu.br/index.php/geografia/article/view/19176>. Acesso em: 27 jul. 2025.
- BRASIL, I. D. S. et al. Padrão de desmatamento nas principais rodovias federais da Amazônia Legal. **Biofix Scientific Journal**, Curitiba, v. 8, n. 2, p. 59-66, 2023. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/biofix/article/view/93396/51284>. Acesso em: 03 set. 2025.
- COLLI, G. R.; VIEIRA, C. R.; DIANESE, J. C. Biodiversity and conservation of the Cerrado: recent advances and old challenges. **Biodiversity and Conservation**, v. 29, n. 5, p. 1465-1475, 2020. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10531-020-01967-x>. Acesso em: 04 set. 2025.
- ESTEVAM, C. E. de. O processo de ocupação do Cerrado e suas repercussões no uso e ocupação do solo. In: MARTINS, J. de S. (Org.). **Fronteira: a degradação do outro nos confins do humano**. São Paulo: Hucitec, 1997. p. 135-152.
- FEARNSIDE, P. M. A tomada de decisão sobre grandes estradas na Amazônia brasileira. In: FEARNSIDE, P. M. (Org.). **Destruição e conservação da Floresta Amazônica**. Manaus: Editora do INPA, 2022. p. 177-200.
- IBGE. **Biomás**. Rio de Janeiro: IBGE, 2023. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/informacoes-ambientais/estudos-ambientais/15842-biomas.html>. Acesso em: 13 ago. 2025.
- INPE. Nota técnica PRODES Cerrado 2021. **Portal do INPE**. São José dos Campos, 31 dez. 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/inpe/pt-br/assuntos/ultimas-noticias/nota-tecnica-prodes-cerrado-2021>. Acesso em: 13 ago. 2025.

MAPBIOMAS. **Relatório Anual de Desmatamento 2022**. São Paulo: MapBiomass, 2023. Disponível em: https://imazon.org.br/wp-content/uploads/2024/10/RAD_2022.pdf. Acesso em: 13 mai. 2025.

MARANHÃO. **Lei Complementar Estadual nº 89, de 17 de novembro de 2005**. Cria a Região Metropolitana do Sudoeste Maranhense, e dá outras providências. Diário Oficial do Estado do Maranhão, São Luís, ano XCIX, nº 221, 17 nov. 2005.

MARANHÃO. **Lei Complementar Estadual nº 204, de 11 de dezembro de 2017**. Cria o Colegiado Metropolitano da Região Metropolitana do Sudoeste Maranhense; altera a Lei Complementar nº 89, de 17 de novembro de 2005; e dá outras providências.

MARQUELLI, R. P. **O desenvolvimento sustentável da agricultura no Cerrado brasileiro**. 2003. Monografia (Especialização em Gestão Sustentável da Agricultura Irrigada) - Fundação Getúlio Vargas, Brasília, DF, 2003.

MARTINS, J. de S. O tempo da fronteira: retorno à controvérsia sobre o tempo histórico da frente de expansão e da frente pioneira. In: MARTINS, J. de S. (Org.). **Fronteira: a degradação do Outro nos confins do humano**. São Paulo: Hucitec, 1997. Cap. 4. p. 145-203.

OLIVEIRA NETO, T.; NOGUEIRA, R. J. B. Rodovia e meio ambiente na Amazônia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA POLÍTICA, GEOPOLÍTICA E GESTÃO DO TERRITÓRIO, 2., 2016, Natal. **Anais [...]**. Natal: REBRAGEO, 2016. p. 64-82. Disponível em: www.rebrageo.org/_files/ugd/63d957_59921501f6654ae0bb050a8301e2300f.pdf. Acesso em: 04 set. 2025.

PAFF, A. et al. Road impacts in Brazilian Amazonia. In: KELLER, M. et al. (Ed.). **Amazonia and Global Change**. Washington, DC: American Geophysical Union, 2009. p. 101-116.

PIRES, M. O. 'Cerrado', old and new agricultural frontiers. **Brazilian Political Science Review**, São Paulo, v. 14, n. 3, p. e0004, 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/bpsr/a/4DbRZcSrbkwJBkpxHmqR65S/?lang=en>. Acesso em: 03 set. 2025.

SALATINO, A.; SALATINO, M. L. F. Agriculture in the Cerrado: a sleeping giant rose up. **MOJ Food Process Technols**, v. 11, n. 2, p. 111-114, 2023. Disponível em: <https://medcraveonline.com/MOJFPT/MOJFPT-11-00288.pdf>. Acesso em: 03 set. 2025.

SANTOS, M. A. dos et al. Minas Gerais e o marco do início do processo de ocupação do Cerrado brasileiro: o papel do Estado. In: SEMINÁRIO SOBRE A ECONOMIA MINEIRA, 15., 2012, Diamantina. **Anais** [...]. Belo Horizonte: UFMG: Cedeplar, 2012. Disponível em: https://www.diamantina.cedeplar.ufmg.br/portal/download/diamantina-2012/minas_gerais_e_o_marco_do_inicio_do_processo_de_ocupacao_do_cerrado_brasileiro.pdf. Acesso em: 12 mai. 2025.

SANO, E. E. et al. Land cover mapping of the tropical savanna region in Brazil. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 166, p. 113-124, 2010.

SILVA JÚNIOR, C. H. L. et al. Dinâmica das queimadas no Cerrado do Estado do Maranhão, Nordeste do Brasil. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, v. 35, 2018. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/rdg/article/view/142407>. Acesso em: 12 mai. 2025.

SILVA, S. D. No oeste, a terra e o céu: a expansão da fronteira agrícola no Brasil Central. Rio de Janeiro: Mauad X, 2017.

SOBRINHO, R. B. **O Maranhão agrário: dinâmicas e conflitos territoriais**. 2017. 200 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Estadual do Maranhão, São Luís, 2017. Disponível em: <https://repositorio.uema.br/handle/123456789/783>. Acesso em: 15 jul. 2025.

TORRES, M. William F. Laurance: estradas são vetores do desmatamento e fragmentação da Amazônia. **Academia Brasileira de Ciências**. Rio de Janeiro, 8 maio 2025. Disponível em: <https://www.abc.org.br/2025/05/08/william-laurance-estradas-vetores-desmatamento-amazonia/>. Acesso em: 15 jul. 2025.

Recebido em 15/10/2025

Aceito em 04/11/2025

