

ANÁLISE DO DESMATAMENTO EM MATO GROSSO: INTEGRANDO GEOPROCESSAMENTO E SENSORIAMENTO REMOTO AOS DADOS DO CADASTRO AMBIENTAL RURAL

Eduardo Ramos Moraes ¹

Vagner Paz Mengue ²

André Pereira Dias ³

RESUMO

O objetivo desta pesquisa é analisar o desmatamento estimado pelo PRODES para o estado de Mato Grosso e cruzar estas informações com os dados do Cadastro Ambiental Rural (CAR) para analisar se existe desmatamento em áreas de preservação permanente (APP) e áreas de reserva legal (ARL), além de analisar o uso e cobertura da terra das áreas desmatadas. Como resultado, identificou-se que a maior parte do desmatamento no estado de MT se encontra no bioma Amazônia. Desmatamentos em APP e ARL registraram taxas baixas, representando apenas 0,80% e 0,79% da área total, respectivamente. Por meio da sobreposição feita dos dados de desmatamento com o uso e cobertura da terra do Projeto Mapbiomas, identificou-se que metade das áreas desmatadas em APP e ARL foram convertidas em pastagens.

PALAVRAS-CHAVE: CAR, PRODES, Desmatamento, Geoprocessamento, Uso e cobertura da terra.

ANALYSIS OF DEFORESTATION IN MATO GROSSO: INTEGRATING GEOPROCESSING AND REMOTE SENSING WITH DATA FROM THE RURAL ENVIRONMENTAL REGISTRATION

ABSTRACT

The objective of this research is to analyze deforestation estimated by PRODES for the state of Mato Grosso and cross-reference this information from the Rural Environmental Registry (CAR) to analyze whether there is deforestation in areas of permanent preservation areas (APP) and legal reserve areas (ARL), in addition to analyzing the use and land cover of deforested areas. As a result, it was identified that the majority of annual deforestation for the state of MT is found in the Amazon biome. Deforestation in APP and ARL recorded low rates, representing only 0.80% and 0.79% of the total area, respectively. By overlaying deforestation data with land use and coverage from the Mapbiomas Project, it was identified that half of the deforested areas in APP and ARL were transformed into pastures.

KEYWORDS: CAR, PRODES, Deforestation, Geoprocessing, Land use and cover.

ANÁLISIS DE LA DEFORESTACIÓN EN MATO GROSSO: INTEGRANDO GEOPROCESAMIENTO Y TELEDETECCIÓN CON DATOS DEL REGISTRO AMBIENTAL RURAL

RESUMEN

El objetivo de esta investigación es analizar la deforestación estimada por PRODES para el estado de Mato Grosso y cruzar esta información del Registro Ambiental Rural (CAR) para analizar si existe deforestación en áreas de preservación permanente (APP) y áreas de reserva

¹ Bacharel em Geografia, Mestrando em Geografia pela Universidade Federal de Mato Grosso - UFMT, Cuiabá, MT, Brasil
ramosmoraese@gmail.com

² Doutor em Sensoriamento Remoto, Professor do Departamento de Geografia da Universidade Federal de Mato Grosso - UFMT, Cuiabá, MT, Brasil; vagnergeo@yahoo.com.br

³ Doutorando em Ecologia e Conservação, Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), Nova Xavantina, MT, Brasil; andre.dias@unemat.br

legal (ARL), además de analizar el uso y cobertura del suelo de las áreas deforestadas. Como resultado, se identificó que la mayor parte de la deforestación anual para el estado de MT se encuentra en el bioma amazónico. La deforestación en APP y ARL registró tasas bajas, representando sólo el 0,80% y el 0,79% del área total, respectivamente. Al superponer datos de deforestación con uso y cobertura de la tierra del Proyecto Mapbiomas, se identificó que la mitad de las áreas deforestadas en APP y ARL se transformaron en pastos.

PALABRAS CLAVE: CAR, PRODES, Deforestación, Geoprocesamiento, Uso y cobertura del suelo

INTRODUÇÃO

No contexto agrário de Mato Grosso e do Brasil, é evidente a supressão da vegetação nativa para expansão das atividades econômicas, especialmente a agropecuária. Em contrapartida, diante da busca internacional por um desenvolvimento sustentável da economia e produção de commodities agrícolas, torna-se imprescindível o cumprimento e a fiscalização rigorosa das políticas públicas voltadas para a preservação dos ecossistemas. O cenário de ocupação do bioma Cerrado nas últimas décadas tornou-se um dos hotspots mundiais de conservação da biodiversidade (MYERS et al., 2000; SILVA e BATES, 2002).

Mesmo com a criação de leis ambientais como a Política Nacional do Meio Ambiente (lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981), o artigo 225 da Constituição Federal (1988) que dispõe sobre a preservação do meio ambiente, a Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997) e o novo Código Florestal (Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012), o desmatamento no Brasil e no estado do Mato Grosso continuam, principalmente pelo avanço e conversão de áreas nativas para áreas agricultáveis ou pastagens, portanto, formular pesquisas e estudos que tratem do tema é extremamente importante para a correta compreensão do desmatamento, principalmente em áreas de proteção ambiental.

O estado de Mato Grosso concentra parte significativa da expansão da fronteira agropecuária brasileira e apresenta elevada complexidade territorial em razão da coexistência dos biomas Amazônia, Cerrado e Pantanal. Cada um desses biomas possui características ecológicas distintas e responde de maneira diferenciada às pressões decorrentes da expansão agrícola, pecuária e da infraestrutura logística. Historicamente, a ocupação territorial mato-grossense foi fortemente impulsionada por políticas públicas de colonização agrícola, incentivos fiscais, abertura de rodovias e programas federais de integração nacional, especialmente a partir da década de 1970. Como consequência, consolidou-se um modelo de desenvolvimento baseado na conversão da vegetação nativa em áreas produtivas, promovendo intensas transformações na paisagem natural do estado.

Na Amazônia mato-grossense, o desmatamento esteve inicialmente associado à exploração madeireira, abertura de estradas e implantação da pecuária extensiva, sendo posteriormente intensificado pela expansão da agricultura mecanizada, sobretudo da soja. Estudos indicam que a dinâmica do desmatamento na região segue um padrão espacial fortemente relacionado à consolidação de eixos logísticos e à valorização fundiária, formando áreas conhecidas como “arcos de desmatamento” (FEARNSIDE, 2005; SOARES-FILHO et al., 2014). Embora as taxas anuais de desmatamento tenham apresentado redução em determinados períodos após a implementação do Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal (PPCDAm), diversos autores apontam que parte dessa redução esteve relacionada a oscilações econômicas e ao aumento da eficiência produtiva em áreas já consolidadas, e não exclusivamente à efetividade das políticas de comando e controle.

No Cerrado mato-grossense, por sua vez, a dinâmica territorial apresenta particularidades relevantes. Diferentemente da Amazônia, onde parte significativa do desmatamento ocorreu sob maior visibilidade internacional e monitoramento estatal mais intenso, o Cerrado historicamente recebeu menor prioridade nas políticas de conservação ambiental. Isso favoreceu a rápida expansão da agricultura mecanizada sobre extensas áreas de vegetação savânica, especialmente devido à topografia favorável, elevada aptidão agrícola dos solos corrigidos e maior facilidade operacional para mecanização. Como resultado, o bioma apresentou elevadas taxas de conversão da vegetação nativa, intensificando processos de fragmentação florestal, redução da conectividade ecológica, perda de biodiversidade e comprometimento dos serviços ecossistêmicos relacionados à recarga hídrica e regulação climática.

Além disso, o Cerrado possui importância estratégica para os recursos hídricos nacionais, sendo reconhecido como “berço das águas” por abrigar nascentes de importantes bacias hidrográficas brasileiras. Assim, a remoção da cobertura vegetal nesse bioma produz impactos que extrapolam os limites regionais, afetando a disponibilidade hídrica, os ciclos hidrológicos e a estabilidade climática em escalas mais amplas. Apesar disso, a proteção legal do Cerrado historicamente mostrou-se mais frágil quando comparada à Amazônia, especialmente em relação aos percentuais mínimos de Reserva Legal estabelecidos pelo Código Florestal.

No caso do Pantanal mato-grossense, embora as taxas absolutas de desmatamento sejam inferiores às observadas nos demais biomas, os impactos ambientais tendem a ser

particularmente sensíveis devido à fragilidade ecológica das áreas úmidas. A substituição da vegetação nativa por pastagens, associada às alterações hidrológicas e ao aumento recorrente de incêndios florestais extremos, vem produzindo mudanças significativas na dinâmica ecológica pantaneira. Estudos recentes apontam que a degradação ambiental no Pantanal não está relacionada apenas ao desmatamento direto, mas também às transformações ocorridas nas áreas de planalto adjacentes, que alteram os regimes de drenagem e sedimentação da planície alagável.

Nesse contexto, a implementação de políticas públicas ambientais e instrumentos de gestão territorial passou a desempenhar papel central no enfrentamento do desmatamento. Entretanto, a literatura demonstra que a efetividade dessas políticas apresenta resultados heterogêneos e frequentemente limitados por fatores institucionais, econômicos e políticos.

Diante desse cenário, o Brasil estruturou um conjunto de políticas públicas ambientais voltadas à conservação dos ecossistemas naturais. Entre os principais marcos legais destacam-se a Política Nacional do Meio Ambiente (Lei nº 6.938/1981), a Constituição Federal de 1988, especialmente o artigo 225, que estabelece o direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, a Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei nº 9.433/1997) e o Código Florestal Brasileiro, reformulado pela Lei nº 12.651/2012. Essas normas buscaram estabelecer mecanismos de proteção ambiental compatíveis com a produção agropecuária, definindo instrumentos de monitoramento, recuperação e regularização ambiental das propriedades rurais.

Entre os principais instrumentos de controle ambiental destaca-se o Cadastro Ambiental Rural (CAR), concebido como ferramenta estratégica para integração de informações ambientais dos imóveis rurais.

No contexto mato-grossense, destaca-se o Programa MT Legal, instituído em 2009 pela Lei Complementar Estadual nº 343/2008, considerado precursor do Cadastro Ambiental Rural (CAR) em escala nacional. O programa tinha como objetivo promover a regularização ambiental das propriedades rurais por meio da integração entre informações ambientais e fundiárias, utilizando ferramentas geoespaciais para delimitação de Áreas de Preservação Permanente (APPs), Áreas de Reserva Legal (ARLs) e áreas produtivas. A experiência do MT Legal serviu como referência para a implementação do CAR no âmbito federal com a promulgação do novo Código Florestal em 2012.

O Cadastro Ambiental Rural (CAR) constitui um registro eletrônico obrigatório para todos os imóveis rurais do país, cuja finalidade é integrar informações ambientais referentes à situação das propriedades e posses rurais, auxiliando no controle, monitoramento, planejamento

ambiental e combate ao desmatamento. Além disso, o CAR tornou-se requisito fundamental para acesso ao crédito rural, licenciamento ambiental e programas governamentais de incentivo à regularização ambiental (BRASIL, 2012).

Embora o CAR represente importante avanço tecnológico e institucional ao permitir o georreferenciamento das propriedades rurais e de seus passivos ambientais, diversos estudos questionam sua efetividade prática no controle do desmatamento ilegal. Azevedo et al. (2017), por exemplo, demonstraram que a simples inscrição dos imóveis no sistema não foi suficiente para reduzir significativamente o desmatamento na Amazônia Legal, sobretudo em razão da ausência de validação cadastral e da limitada capacidade operacional dos órgãos ambientais. Segundo os autores, muitos proprietários passaram a perceber o cadastro mais como instrumento declaratório e de regularização fundiária do que como mecanismo efetivo de fiscalização ambiental. Os resultados indicaram que o desmatamento ilegal permaneceu elevado mesmo após a adoção do CAR, além de baixa adesão às ações de recuperação ambiental.

A fragilidade institucional relacionada à análise e validação dos registros do CAR constitui um dos principais entraves à efetividade do instrumento. Em muitos estados brasileiros, incluindo Mato Grosso, observa-se elevado volume de cadastros pendentes de validação, sobreposição de imóveis rurais, inconsistências cartográficas e autodeclarações incompatíveis com a realidade territorial. Dessa forma, embora o CAR tenha ampliado significativamente a disponibilidade de informações espaciais sobre os imóveis rurais, sua efetividade como instrumento de fiscalização ambiental depende diretamente da capacidade estatal de transformar dados geoespaciais em ações concretas de monitoramento, responsabilização e regularização ambiental.

Associado ao CAR, o Programa de Regularização Ambiental (PRA) foi criado como instrumento destinado à regularização de passivos ambientais em APPs, Reservas Legais e áreas de uso restrito. O PRA prevê a elaboração de Projetos de Recuperação de Áreas Degradadas ou Alteradas (PRADA), formalizados por meio de Termos de Compromisso firmados entre produtores rurais e órgãos ambientais competentes. A adesão ao programa permite benefícios previstos no Código Florestal, como prazos ampliados para recomposição ambiental, possibilidade de compensação de Reserva Legal, continuidade de atividades consolidadas até 22 de julho de 2008 e regras diferenciadas de recomposição de APPs para imóveis de até quatro módulos fiscais.

Embora o instrumento tenha sido concebido para promover a recuperação de passivos ambientais em APPs e Reservas Legais, estudos apontam baixa adesão efetiva dos proprietários rurais e lentidão na implementação dos Termos de Compromisso e Projetos de Recuperação de Áreas Degradadas ou Alteradas (PRADA). Além disso, parte da literatura argumenta que as flexibilizações introduzidas pelo Código Florestal de 2012, especialmente em relação às áreas consolidadas anteriores a julho de 2008, reduziram o potencial restaurador da legislação ao anistiar parcela significativa dos passivos ambientais históricos. (SOARES-FILHO et al., 2014; METZGER et al., 2019). Por outro lado, defensores da legislação argumentam que os instrumentos criados ampliaram a capacidade de monitoramento territorial e promoveram maior segurança jurídica ao setor produtivo rural.

Outro aspecto relevante refere-se à dependência crescente das políticas ambientais em relação às tecnologias de monitoramento remoto. O avanço das geotecnologias permitiu maior capacidade de detecção e acompanhamento das alterações na cobertura vegetal, tornando o sensoriamento remoto elemento fundamental das estratégias contemporâneas de governança ambiental. Nesse sentido, sistemas como o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais e iniciativas como MapBiomas ampliaram significativamente a disponibilidade de informações espaciais sobre uso e cobertura da terra em escala nacional.

Outros estudos também apontam limitações operacionais e institucionais relacionadas ao CAR, como sobreposição de registros, inconsistências cartográficas, ausência de validação cadastral, insuficiência de fiscalização e fragilidade na integração entre bancos de dados ambientais e fundiários (RAJÃO et al., 2020; ALIX-GARCIA et al., 2018). Em muitos casos, a simples inscrição do imóvel no CAR não garante conformidade ambiental, uma vez que a efetiva regularização depende da validação do cadastro pelos órgãos competentes e da implementação das medidas previstas no PRA.

Nesse contexto, o sensoriamento remoto e as técnicas de geoprocessamento assumem papel fundamental na análise da dinâmica do desmatamento e no monitoramento ambiental. O avanço das geotecnologias e da disponibilidade de imagens orbitais permitiu o desenvolvimento de sistemas de monitoramento contínuo da cobertura vegetal em larga escala, contribuindo significativamente para a fiscalização ambiental e produção de informações territoriais mais precisas (SANO et al., 2010).

Projetos como o PRODES e o DETER, desenvolvidos pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), e o Projeto MapBiomas, criado por uma rede colaborativa de universidades, ONGs e instituições de pesquisa, tornaram-se referências nacionais na produção

de dados sobre uso e cobertura da terra. O MapBiomass, em especial, disponibiliza séries históricas anuais de uso e cobertura do solo desde 1985, utilizando algoritmos de classificação aplicados a imagens de satélite Landsat em ambiente de computação em nuvem (SOUZA et al., 2020). Essas bases de dados permitem análises multitemporais detalhadas sobre expansão agropecuária, degradação ambiental, regeneração florestal e alterações em APPs e Reservas Legais.

A integração entre bases cartográficas do CAR, dados vetoriais de imóveis rurais e séries temporais de desmatamento constitui abordagem metodológica particularmente relevante para avaliação da conformidade ambiental territorial, permitindo identificar áreas desmatadas, conflitos de uso do solo e possíveis irregularidades ambientais. As técnicas de geoprocessamento possibilitam a realização de operações espaciais como intersecção, sobreposição, análise temporal e cálculo de métricas territoriais, fundamentais para identificar desmatamentos incidentes sobre APPs e Reservas Legais após a implementação do CAR.

Do ponto de vista metodológico, as técnicas de geoprocessamento adotadas neste estudo mostram-se adequadas aos objetivos propostos, especialmente pela necessidade de análise espacial multitemporal do desmatamento em grandes extensões territoriais. A utilização de dados do PRODES permite identificar polígonos anuais de supressão da vegetação nativa com elevada consistência metodológica, sendo amplamente reconhecida na literatura científica como referência para monitoramento do desmatamento na Amazônia Legal. Complementarmente, os dados do MapBiomass possibilitam análises detalhadas das transições de uso e cobertura da terra, permitindo compreender a dinâmica de substituição da vegetação nativa por atividades agropecuárias ao longo do tempo.

Além disso, o uso de Sistemas de Informações Geográficas (SIG) permite maior precisão na identificação de conflitos de uso do solo e no monitoramento da dinâmica territorial em escala regional. A análise espacial multitemporal mostra-se especialmente apropriada para investigar padrões de permanência, redução ou intensificação do desmatamento após a implementação dos instrumentos de regularização ambiental. Da mesma forma, a utilização de séries históricas longas possibilita reduzir distorções associadas a oscilações anuais e compreender tendências estruturais do avanço da conversão da vegetação nativa.

Entretanto, é importante reconhecer algumas limitações inerentes às técnicas utilizadas. Estudos apontam que a efetividade dessas ferramentas depende diretamente da qualidade dos dados cadastrais, da validação dos registros e da capacidade institucional dos órgãos ambientais

em transformar informações espaciais em ações efetivas de fiscalização e controle (MAURANO et al., 2023; MOREIRA et al., 2023).

Os dados de sensoriamento remoto, embora robustos, apresentam restrições relacionadas à resolução espacial, detecção de degradação florestal de baixa intensidade, cobertura de nuvens e diferenças metodológicas entre plataformas. Além disso, inconsistências nos registros do CAR podem comprometer análises espaciais mais detalhadas, especialmente em áreas com sobreposição fundiária ou ausência de validação cadastral. Assim, os resultados obtidos devem ser interpretados considerando as limitações operacionais e institucionais associadas tanto às bases de dados ambientais quanto aos instrumentos de governança territorial analisados.

O período analisado abrange os anos de 2008 a 2022. A definição desse recorte temporal fundamenta-se nas disposições do novo Código Florestal Brasileiro (Lei nº 12.651/2012), que estabeleceu 22 de julho de 2008 como marco temporal para a regularização ambiental de imóveis rurais. A partir dessa data, as intervenções em Áreas de Preservação Permanente (APPs) e Áreas de Reserva Legal (ARLs) deixaram de ser passíveis dos benefícios previstos para áreas rurais consolidadas, tornando obrigatória a recomposição integral dos passivos ambientais decorrentes de desmatamentos realizados posteriormente. Assim, a análise desse período possibilita avaliar a dinâmica do desmatamento após o marco regulatório estabelecido pelo Código Florestal, bem como investigar a efetividade dos instrumentos de controle e regularização ambiental, especialmente o Cadastro Ambiental Rural (CAR) e o Programa de Regularização Ambiental (PRA).

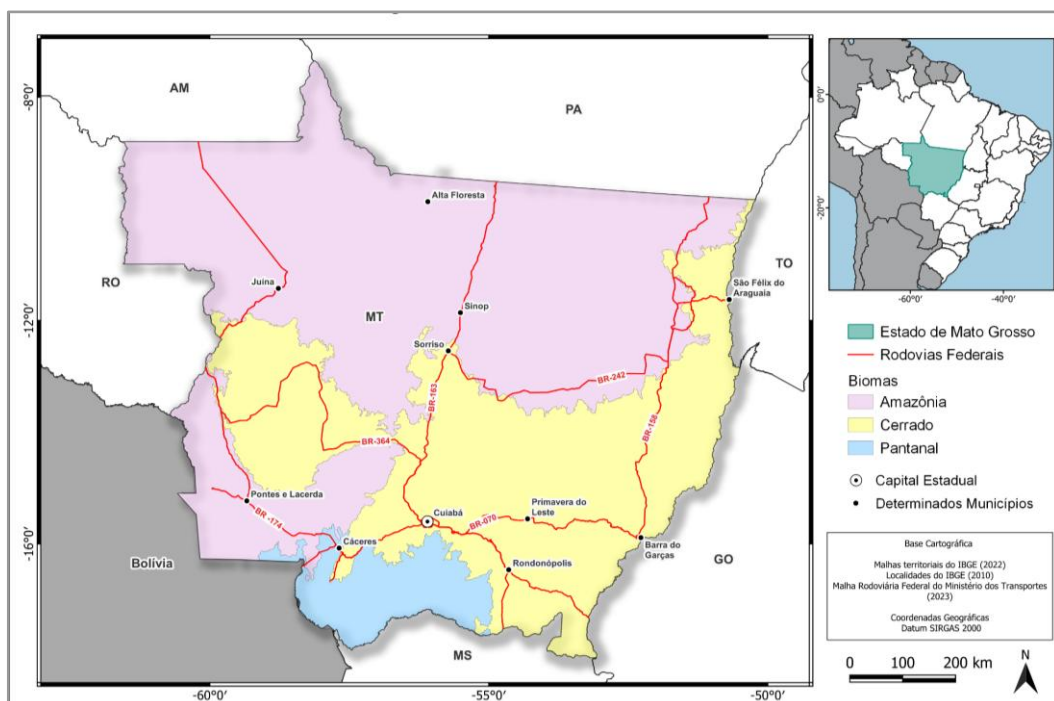
Dessa forma, compreender a dinâmica do desmatamento em Mato Grosso exige não apenas analisar o avanço da expansão agropecuária, mas também avaliar a efetividade dos instrumentos de governança ambiental implementados nas últimas décadas. Nesse contexto, o presente trabalho tem como objetivo avaliar se, após a implementação e validação do Cadastro Ambiental Rural nos imóveis rurais do estado de Mato Grosso, houve manutenção das Áreas de Preservação Permanente e das Áreas de Reserva Legal exigidas pela legislação ambiental. Para isso, serão utilizados dados de desmatamento do Projeto PRODES, desenvolvido pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), além de informações de uso e cobertura da terra disponibilizadas pelo Projeto MapBiomas. A pesquisa busca ainda contribuir para o debate acerca da eficácia das políticas públicas ambientais e da aplicação das geotecnologias no monitoramento, fiscalização e controle do desmatamento em áreas rurais.

MATERIAIS E MÉTODOS

CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO E PERÍODO

A área de estudo será o Estado do Mato Grosso - MT (Figura 1), localizado na porção Centro-oeste do Brasil, possui uma área de 903.331,48 km², fazendo limite com os estados do Pará - PA e Amazonas - AM, ao sul com Mato Grosso do Sul - MS, a leste com Goiás - GO e Tocantins - TO e, a oeste com Rondônia - RO e o Estado Plurinacional da Bolívia.

Figura 1 - Mapa de localização do Estado de Mato Grosso e Biomas



Fonte: Elaborado pelos autores

Mato Grosso possui os biomas Amazônia, Cerrado e Pantanal que são a expressão da paisagem e diversidade biológica existente no estado. A Amazônia é a maior das unidades de paisagem do Brasil, ocupando cerca de 49% do território nacional e 53% do território do Mato Grosso. É um bioma de clima quente e úmido, com uma enorme biodiversidade de espécies animais e vegetais, tem como principal característica ser uma floresta tropical e com labirintos de rios (AB'SÁBER, 2003; OLIVEIRA SILVA, 2012). O Cerrado ocupa 40% da área do estado, possui rica diversidade biológica e com presença estimada de 160.000 espécies de flora e fauna, apresenta diversos endemismos para alguns grupos de seres vivos (MACHADO *et al.*, 2004). O bioma Pantanal ocupa 7% do território do Mato Grosso e abriga uma planície aluvial, é influenciado por rios que drenam a bacia do Alto Paraguai sendo uma das maiores áreas

úmidas contínuas do planeta, possuindo ecossistemas do domínio dos cerrados e do chaco, além de componentes bióticos do nordeste seco e da região periamazônica (AB'SÁBER, 2006). O período do estudo será a série temporal do Banco de Dados de Desmatamento PRODES do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) de 2008 a 2022, pois de acordo com o novo Código Florestal de 2012, na data de julho de 2008 se estabeleceu um ponto de corte, e não deveria haver áreas de APP e ARL desmatadas a partir desta data.

DADOS FUNDIÁRIOS (CADASTRO AMBIENTAL RURAL - CAR)

O Sistema Mato-grossense de Cadastro Ambiental Rural (SIMCAR) é uma ferramenta eletrônica criada para apoiar o gerenciamento, monitoramento e regularização ambiental dos imóveis rurais no estado de Mato Grosso, integrando informações geoespaciais relativas às Áreas de Preservação Permanente (APPs), Áreas de Reserva Legal (ARLs), remanescentes de vegetação nativa e áreas de uso consolidado.

Os dados dos Cadastros Ambientais Rurais (CARs) contendo a área dos imóveis rurais e os polígonos vetoriais referentes aos elementos ambientais foram obtidos por meio da plataforma digital GeoPortal (SEMA-MT, 2023), disponibilizada pela Secretaria de Estado de Meio Ambiente de Mato Grosso (SEMA-MT). A plataforma permite a exportação dos dados em formato vetorial (extensão shapefile), possibilitando sua utilização em análises espaciais e geoprocessamento.

No banco de dados do GeoPortal, os cadastros ambientais são classificados em duas categorias: cadastros requeridos e cadastros validados. Os cadastros requeridos correspondem às informações autodeclaratórias inseridas pelos proprietários ou possuidores rurais no sistema, ainda pendentes de análise pelo órgão ambiental competente. Os cadastros requeridos disponibilizados possuem apenas os limites da área total da propriedade.

Já os cadastros validados são aqueles que passaram pelo processo de análise técnica da SEMA-MT, no qual são verificadas a consistência das informações declaradas, a conformidade dos limites do imóvel e dos elementos ambientais, como Áreas de Preservação Permanente (APPs), Áreas de Reserva Legal (ARLs), remanescentes de vegetação nativa e áreas de uso consolidado, em relação à legislação ambiental vigente e às bases cartográficas oficiais. Dessa forma, a validação representa a confirmação, pelo órgão ambiental, de que o cadastro atende aos critérios técnicos e legais estabelecidos no âmbito do Cadastro Ambiental Rural.

As informações referentes aos Cadastros Ambientais Rurais (CARs) validados disponibilizadas pela plataforma GeoPortal/SEMA-MT incluem diferentes classes de

elementos ambientais e territoriais dos imóveis rurais, dentre elas: Área de Preservação Permanente (APP), Área de Preservação Permanente Degradada (APPD), Área de Preservação Permanente em Reserva Legal (APPRL), Área Úmida (AU), Área de Reserva Legal (ARL), Área Total da Propriedade (ATP), Área de Uso Antropizado do Solo (AUAS), Área de Vegetação Nativa (AVN), Nascentes e Área de Reserva Legal Degradada (ARLD).

As análises relativas às áreas em APP e ARL do presente estudo foram desenvolvidas com base nos CARs validados pela Secretaria de Estado de Meio Ambiente de Mato Grosso (SEMA-MT), considerando que esses cadastros passaram por análise técnica e verificação de conformidade ambiental pelo órgão competente, conferindo maior confiabilidade e consistência espacial às informações utilizadas. A utilização apenas dos cadastros validados busca minimizar inconsistências associadas aos registros autodeclaratórios ainda pendentes de análise, comuns nos cadastros requeridos.

A partir das informações disponibilizadas no banco de dados geoespaciais do Sistema Mato-grossense de Cadastro Ambiental Rural (SIMCAR), foram realizados cruzamentos espaciais entre os limites dos imóveis rurais e seus respectivos elementos ambientais com os dados de desmatamento. Essa integração permitiu dimensionar parcialmente a dinâmica territorial e ambiental das propriedades rurais, possibilitando discutir a ocorrência de redução ou permanência do desmatamento após a implementação do Cadastro Ambiental Rural (CAR).

Ressalta-se que, antes da adesão do imóvel rural ao Programa de Regularização Ambiental (PRA), as Áreas de Reserva Legal (ARL) são apenas declaradas no CAR, geralmente correspondendo às áreas remanescentes de vegetação nativa existentes na propriedade. Somente após a adesão ao PRA é que os passivos ambientais são formalmente identificados e definidas as áreas destinadas à recomposição, compensação ou regeneração ambiental, por meio de um plano de regularização formalizado junto ao órgão ambiental competente. Dessa forma, para fins deste estudo, foi considerada exclusivamente a delimitação das Áreas de Reserva Legal declaradas no CAR validado, anteriores à adesão ao PRA.

Para a sistematização e análise dos dados, foram importadas as camadas vetoriais consideradas mais relevantes para o estudo, incluindo: Área Total da Propriedade (ATP), Área de Preservação Permanente (APP), Área de Reserva Legal (ARL), Área de Uso Antropizado do Solo (AUAS), além das informações espaciais dos imóveis cadastrados no SIMCAR.

Os dados obtidos foram posteriormente cruzados com as informações de desmatamento disponibilizadas pelo Projeto PRODES, desenvolvido pelo Instituto Nacional de Pesquisas

Espaciais (INPE), permitindo avaliar e quantificar a ocorrência de desmatamento nas Áreas de Preservação Permanente (APPs) e nas Áreas de Reserva Legal (ARLs) dos imóveis rurais analisados ao longo do período estudado.

DADOS DE DESMATAMENTO (PRODES)

Foram utilizados os dados de desmatamento disponibilizados pelo INPE do PRODES obtidos na plataforma Terra Brasilis em 02/02/2024 (INPE, 2024).

Os dados de desmatamentos são disponibilizados anualmente e são contabilizados de agosto a julho do ano seguinte, tendo como a base de mapeamento imagens do satélite Landsat ou similares, para registrar e quantificar as áreas desmatadas maiores que 6,25 hectares, considerando o desmatamento a remoção completa da cobertura florestal primária (INPE, 2023).

Na plataforma Terra Brasilis os dados de desmatamento são disponibilizados em formato vetorial (extensão shapefile) representado por polígonos de desmatamento, separados pelas classes biomas e Amazônia Legal. Para este trabalho foram importados os desmatamentos anuais do período de 2008 a 2022, pelas classes dos biomas existentes no estado de Mato Grosso (Amazônia, Cerrado, Pantanal). A partir do software de informação geográfica QGIS 3.28.8, foi realizado o recorte dos dados de desmatamento para os limites do estado de Mato Grosso e a soma dos respectivos desmatamentos para o estado e para os biomas, com objetivo de avaliar o impacto do desmatamento sobre o estado e os biomas.

DADOS DE USO E COBERTURA DA TERRA

Para analisar quais classes de uso e cobertura da terra passaram a ocupar as áreas desmatadas, foram utilizados os dados de Cobertura e Uso da Terra do Projeto MapBiomas (MAPBIOMAS BRASIL, 2023). Para isso, foi realizada a importação do mapa temático da Coleção 8 referentes ao ano de 2022, considerando o limite territorial do estado de Mato Grosso. O download dos dados foi efetuado por meio dos toolkits disponibilizados pelo MapBiomas na plataforma Google Earth Engine (GEE), ferramenta amplamente utilizada em estudos ambientais por permitir processamento em nuvem, manipulação de grandes volumes de dados geoespaciais e exportação tanto dos mapas temáticos quanto das estatísticas de área para a geometria e período temporal desejados. Os dados de cobertura e uso da terra foram obtidos em formato raster GeoTIFF.

A utilização dos dados do MapBiomas mostra-se fundamental para compreender a dinâmica de ocupação das áreas desmatadas, permitindo identificar quais atividades antrópicas

passaram a substituir a vegetação nativa nas Áreas de Preservação Permanente (APPs) e Áreas de Reserva Legal (ARLs). A análise da cobertura e uso da terra possibilita interpretar os impactos do desmatamento sobre a paisagem, considerando as relações ecológicas, a estrutura e o funcionamento dos ecossistemas, os quais, quando alterados, podem desencadear consequências significativas para o clima, os recursos hídricos, a biodiversidade e os meios de subsistência das populações humanas (ROSA; SHIMBO; AZEVEDO, 2019). Dessa forma, essas informações são essenciais para subsidiar a discussão sobre o avanço da degradação ambiental e da conversão do uso do solo em áreas legalmente protegidas.

Nas áreas desmatadas inseridas em APPs e/ou ARLs foram identificadas inicialmente 13 classes de cobertura e uso da terra. Contudo, visando facilitar a interpretação dos resultados e proporcionar maior síntese analítica, essas classes foram reorganizadas e agrupadas em 9 categorias temáticas, conforme apresentado na Tabela 01.

Tabela 1 - Agrupamento das classes do projeto MapBiomias.

Classe Original (MapBiomias)	Classe agrupada
Formação Florestal	Formação Florestal
Floresta Alagável (beta)	
Formação Savânica	Formação Savânica
Formação Campestre	Formação Campestre
Áreas Úmidas	Áreas Úmidas
Mosaico de Agricultura e Pastagem	Agricultura
Mosaico de Culturas	
Soja	
Pastagem	Pastagem
Outras Áreas Não Vegetadas	Outras Áreas Não Vegetadas
Afloramento Rochoso	
Mineração	Mineração
Silvicultura	Silvicultura

Fonte: MAPBIOMAS BRASIL (2023). Elaborado pelos autores

PROCESSAMENTO DOS DADOS CARTOGRÁFICOS E ANÁLISE ESTATÍSTICA

A utilização dos dados de uso e cobertura da terra do MapBiomias justifica-se pela compatibilidade metodológica da base com os objetivos do estudo, voltados à análise multitemporal do desmatamento e à avaliação da conformidade ambiental dos imóveis rurais em escala estadual. Embora classificações próprias possam proporcionar maior detalhamento em análises locais, a adoção do MapBiomias apresenta vantagens relacionadas à padronização metodológica, abrangência temporal, consistência espacial e reprodutibilidade científica.

O estudo abrange todo o território de Mato Grosso, envolvendo áreas inseridas nos biomas Amazônia, Cerrado e Pantanal, o que demanda bases de dados homogêneas e comparáveis ao longo do período analisado. Nesse contexto, o MapBiomias disponibiliza séries históricas anuais produzidas a partir de imagens Landsat e métodos padronizados de classificação e validação, reduzindo inconsistências metodológicas entre diferentes anos da série temporal (SOUZA et al., 2020).

Além disso, os dados do MapBiomias foram utilizados de forma complementar às informações do PRODES, desenvolvido pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, responsável pela identificação das áreas desmatadas. Assim, enquanto o PRODES subsidiou a delimitação do desmatamento, o MapBiomias permitiu analisar as dinâmicas de uso e cobertura da terra e as transições de uso do solo associadas à conversão da vegetação nativa.

A adoção dessa base também favorece a transparência e a reprodutibilidade da pesquisa, uma vez que se trata de um conjunto de dados público, amplamente validado e utilizado em estudos científicos e análises de políticas públicas ambientais. Dessa forma, considerando a escala territorial e os objetivos da pesquisa, a utilização integrada dos dados do PRODES, CAR e MapBiomias mostrou-se metodologicamente adequada e tecnicamente consistente para a análise proposta.

O processamento dos dados cartográficos e as análises estatísticas foram estruturados em quatro etapas metodológicas principais, utilizando técnicas de geoprocessamento, análise espacial e estatística descritiva.

Perfil do desmatamento no estado de Mato Grosso: Na primeira etapa, os polígonos de desmatamento provenientes do Projeto PRODES/INPE foram integrados a outras bases cartográficas temáticas, incluindo os limites dos biomas brasileiros, Terras Indígenas e Unidades de Conservação de Proteção Integral. Os procedimentos de análise espacial e espacialização dos dados foram realizados no software QGIS versão 3.28.8, possibilitando a elaboração de mapas temáticos representando a

distribuição espacial do desmatamento no estado de Mato Grosso. Além disso, foram realizadas análises quantitativas da evolução temporal do desmatamento entre os anos estudados, bem como sua distribuição entre os diferentes biomas presentes no estado, utilizando gráficos elaborados no software LibreOffice Calc 7.4.

Avaliação da eficiência da regularização ambiental no estado: Na segunda etapa, foram utilizados os polígonos dos Cadastros Ambientais Rurais (CARs) validados pela Secretaria de Estado de Meio Ambiente de Mato Grosso (SEMA-MT), os quais foram cruzados com outras bases espaciais, como rodovias federais, Terras Indígenas e Unidades de Conservação. As análises espaciais foram realizadas no software QGIS 3.28.8, permitindo a espacialização dos imóveis rurais cadastrados e a elaboração de mapas temáticos relacionados à distribuição dos CARs no território estadual.

Posteriormente, foi realizado o cruzamento espacial entre os dados de desmatamento acumulado do PRODES no período de 2008 a 2022 e os polígonos dos CARs validados e requeridos, com o objetivo de identificar e quantificar a ocorrência de desmatamento nos imóveis rurais cadastrados. Também foi realizada a classificação das propriedades de acordo com o tamanho do imóvel, utilizando como referência os módulos fiscais estabelecidos para cada município. Além disso, foram quantificados os registros de CARs validados e requeridos existentes no sistema da SEMA-MT, permitindo avaliar o estágio de regularização ambiental no estado. Os resultados quantitativos foram organizados e representados graficamente por meio do software LibreOffice Calc 7.4.

Deteção dos desmatamentos dentro das APPs e ARLs dos CARs validados: Na terceira etapa, após a caracterização espacial dos imóveis rurais, foram utilizados os vetores de desmatamento para identificar e quantificar as áreas desmatadas incidentes sobre Áreas de Preservação Permanente (APPs) e Áreas de Reserva Legal (ARLs) dos CARs validados. Para isso, os dados de desmatamento foram cruzados com as camadas vetoriais de APPs e ARLs por meio de ferramentas de análise espacial e extração disponíveis no software ArcGIS versão 10.8. Esse procedimento possibilitou a geração de novas camadas geoespaciais contendo exclusivamente os polígonos de desmatamento sobrepostos às áreas ambientalmente protegidas, permitindo sua quantificação e análise espacial.

Análise da cobertura e uso da terra nas áreas desmatadas dentro de APPs e/ou ARLs: Na quarta etapa, os dados de cobertura e uso da terra do Projeto MapBiomas, originalmente disponibilizados em formato raster GeoTIFF, foram convertidos para o formato vetorial

(shapefile) utilizando ferramentas do software ArcGIS 10.8. Em seguida, foram realizados recortes espaciais entre os dados de cobertura e uso da terra e os polígonos de desmatamento acumulado (2008–2022) localizados dentro das APPs e ARLs dos CARs validados.

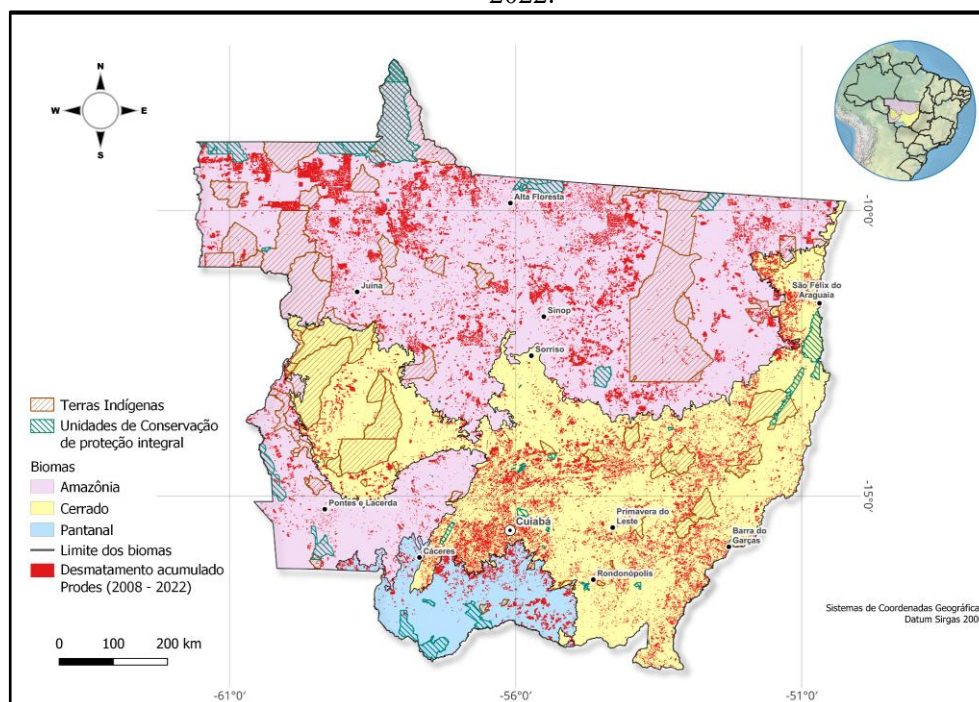
Esse procedimento permitiu identificar quais classes de uso e cobertura da terra passaram a ocupar as áreas desmatadas inseridas em áreas legalmente protegidas. Posteriormente, as classes temáticas obtidas foram reorganizadas e agrupadas para fins de simplificação analítica, conforme apresentado na Tabela 01. Por fim, foram elaborados gráficos temáticos representando a distribuição das classes de cobertura e uso da terra nas áreas desmatadas, utilizando o software LibreOffice Calc 7.4.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

PERFIL DO DESMATAMENTO NO ESTADO DE MATO GROSSO

Inicialmente, foi analisado o desmatamento acumulado no estado de Mato Grosso no período de 2008 a 2022, considerando exclusivamente sua distribuição espacial nos diferentes biomas, Terras Indígenas e Unidades de Conservação de Proteção Integral, sem distinção quanto à legalidade ou ilegalidade das supressões de vegetação nativa. O desmatamento acumulado identificado no período totalizou aproximadamente 32.649,87 km² no território mato-grossense, conforme espacializado na Figura 2.

Figura 2 Mapa de Desmatamento acumulado em Mato Grosso pelo PRODES entre os anos de 2008 a 2022.



Fonte: PRODES/INPE (2024), IBGE (2019) e SEMA/MT (2023). Elaborado pelos autores

Destaca-se que, desse total, cerca de 4.045,34 km², aproximadamente 12,54% da área total desmatada, ocorreram em áreas classificadas como uso consolidado. Segundo a Lei nº 12.651/2012, essas áreas correspondem a trechos com ocupação antrópica anterior a 22 de julho de 2008, incluindo atividades agropecuárias, silvicultura, infraestrutura e edificações rurais. Como o PRODES 2008 mapeou desmatamentos entre agosto de 2007 e julho de 2008, a sobreposição de polígonos do PRODES com áreas registradas como consolidadas indica, em princípio, que a ocupação humana já existia naquele intervalo temporal e que parte da conversão detectada é compatível com a categoria legal de consolidação temporal.

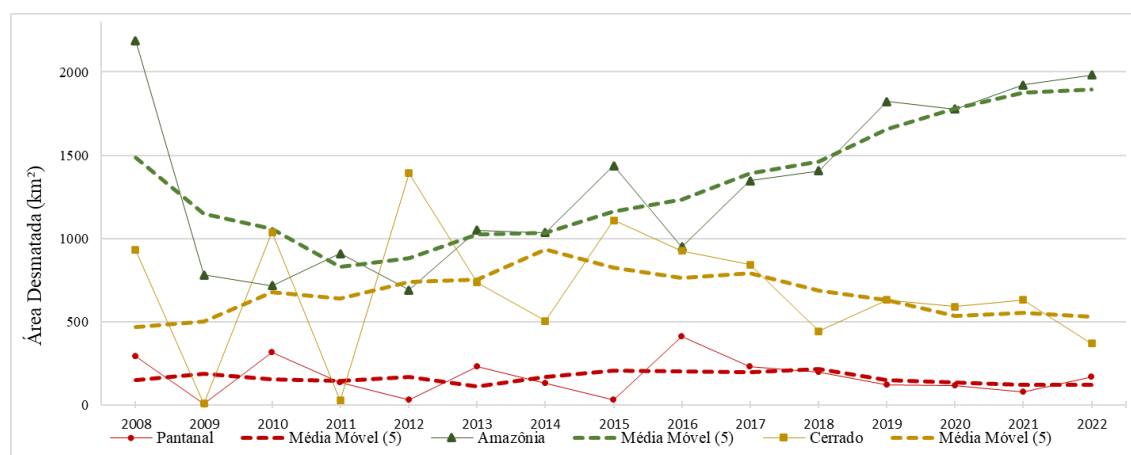
Contudo, essa coincidência espacial requer investigação aprofundada. A presença de desmatamento em áreas declaradas como consolidadas pode refletir conversões posteriores ou intensificações de uso (substituição de remanescentes por pastagem, expansão de lavouras, instalação de infraestrutura), bem como inconsistências entre bases (imprecisões do CAR, delimitação de polígonos do PRODES, diferenças de resolução temporal/espacial). Maurano, Escada e Carvalho (2023) já apontaram concentração significativa de polígonos de desmatamento sobre áreas registradas como consolidadas no Cerrado, evidenciando tanto mudanças reais de uso quanto a necessidade de compatibilização e validação das bases para interpretar corretamente a dinâmica territorial.

No período analisado, foram registrados 151.425 polígonos de desmatamento detectados pelo PRODES em Mato Grosso, demonstrando a elevada fragmentação espacial das áreas desmatadas e a continuidade da pressão antrópica sobre os remanescentes de vegetação nativa. Esses resultados reforçam a relevância do monitoramento ambiental contínuo por meio de dados de sensoriamento remoto e geotecnologias, especialmente em um estado que concentra importantes áreas dos biomas Amazônia, Cerrado e Pantanal e desempenha papel central na expansão da fronteira agropecuária brasileira.

Os desmatamentos em Terras Indígenas somam cerca 655,46 km² representando 2,12% da área total de desmatamento e os desmatamentos em Unidades de Conservação de Proteção Integral totalizam 110,65 km² retratando apenas 0,3% do total. Neste aspecto é possível observar a importância e a necessidade das Terras Indígenas e Unidades de Conservação para a proteção da vegetação nativa, no trabalho de Ferreira e Venticinque (2005) apontam sobre o desmatamento na Amazônia e a importância das áreas protegidas, concluíram que as Terras Indígenas e as Unidades de Conservação, juntamente com o uso econômico tradicional da floresta são fundamentais para conter ou diminuir o processo de desmatamento.

Considerando os três biomas do estado de Mato Grosso e entre os anos de 2008 a 2022 foram desmatadas uma área de 28.603,80 km² fora das áreas de uso consolidado. Na Figura 3 é possível observar a dinâmica do desmatamento ao longo dos anos por bioma. O maior pico da série de desmatamento ocorreu no ano de 2008 que totalizou 3.410 km² de desmatamento no Bioma Amazônico. Nos anos de 2009 e 2011 ocorreram as menores taxas de desmatamento, a partir de 2019 é possível observar claramente uma tendência de aumento do desmatamento, esse fenômeno não foi só observado no estado do Mato Grosso mas em toda a Amazônia brasileira como nos trabalhos de Alencar *et al.* (2022) e Kohler (2021) onde se aponta que o desmatamento na Amazônia atingiu um novo e alarmante patamar nos últimos três anos (2020, 2021, 2022) - algo visto somente no período anterior a 2008., de acordo com os dados PRODES, publicados pelo INPE, em 2022, Mato Grosso foi o terceiro estado que mais desmatou totalizando 1.927 km² de área desmatada, precedido pelos estados do Pará (4.162 km²), e pelo Amazonas (2.594 km²) respectivamente (INPE, 2023).

Figura 3 - Desmatamento anual dos dados PRODES, dividido por Bioma para o Estado de MT.



Fonte: INPE (2024)

A análise temporal do desmatamento nos três biomas presentes no estado de Mato Grosso evidencia dinâmicas distintas, porém fortemente relacionadas aos contextos econômicos, institucionais e territoriais observados ao longo do período de 2008 a 2022. A Figura 3 demonstra que o Bioma Amazônico concentrou os maiores valores absolutos de desmatamento em praticamente toda a série histórica, reforçando o protagonismo do estado no cenário do desmatamento da Amazônia Legal.

No Bioma Amazônico, o maior pico ocorreu em 2008, com aproximadamente 2.180 km² de área desmatada no recorte apresentado na série anual. Esse período coincide com os últimos anos da chamada “fronteira acelerada de expansão agropecuária”, marcada pela

abertura de novas áreas para pecuária extensiva e cultivo de soja, especialmente nas regiões norte e nordeste de Mato Grosso. Após esse pico, observa-se uma forte redução entre 2009 e 2011, período em que ocorreram os menores valores da série. Essa redução está diretamente associada ao fortalecimento das políticas públicas de controle do desmatamento implementadas no âmbito do Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal (PPCDAm), intensificação das operações de fiscalização ambiental, ampliação do monitoramento remoto pelo INPE, criação de áreas protegidas e maior restrição ao crédito rural para municípios prioritários (ASSUNÇÃO et al., 2015; ARIMA et al., 2014). Além disso, houve maior pressão de mercados consumidores internacionais por cadeias produtivas livres de desmatamento, destacando-se a Moratória da Soja e os acordos da pecuária.

Entretanto, a partir de 2019, observa-se uma clara tendência de crescimento contínuo do desmatamento amazônico, evidenciada tanto pela série anual quanto pela média móvel apresentada na Figura 3. Esse aumento pode ser explicado por um conjunto de fatores estruturais e institucionais. Entre eles destacam-se o enfraquecimento das políticas de fiscalização ambiental, redução das operações de comando e controle, diminuição da aplicação de multas ambientais, fragilização institucional dos órgãos ambientais federais, aumento das invasões de terras públicas e avanço da especulação fundiária em áreas florestais. Adicionalmente, o aumento do preço internacional das commodities agrícolas e da carne bovina ampliou a pressão econômica sobre áreas de vegetação nativa, favorecendo a conversão florestal para expansão da agropecuária.

Outro fator relevante refere-se ao aumento das áreas degradadas previamente exploradas seletivamente, queimadas ou ocupadas irregularmente, que posteriormente evoluem para desmatamento consolidado. Esse processo evidencia que o desmatamento não ocorre apenas como evento isolado, mas frequentemente como etapa final de um ciclo progressivo de degradação florestal. Tal contexto foi observado em diversos estudos recentes sobre a Amazônia brasileira. Alencar et al. (2022) e Kohler (2021) destacam que os anos de 2020, 2021 e 2022 configuraram um novo patamar crítico de desmatamento na Amazônia, semelhante apenas ao cenário observado antes de 2008, demonstrando um retrocesso significativo nos avanços obtidos na década anterior.

Nesse contexto, Mato Grosso mantém posição histórica entre os estados líderes em desmatamento da Amazônia Legal, devido principalmente à forte dinâmica agropecuária. O estado possui um dos maiores rebanhos bovinos do país e lidera a produção nacional de soja,

fatores que historicamente impulsionam a conversão da vegetação nativa. Segundo dados do PRODES/INPE, em 2022 Mato Grosso ocupou a terceira posição entre os estados que mais desmataram na Amazônia brasileira, totalizando 1.927 km² de área desmatada, atrás apenas do Pará (4.162 km²) e Amazonas (2.594 km²) (INPE, 2023). A tendência crescente observada pela média móvel a partir de 2019 reforça que o avanço do desmatamento no estado não representa um fenômeno episódico, mas uma tendência persistente de pressão sobre os remanescentes florestais amazônicos.

Para o Bioma Cerrado, a dinâmica observada apresenta comportamento distinto da Amazônia. O maior pico de desmatamento ocorreu em 2012, quando foram registrados aproximadamente 1.390 km² de áreas desmatadas. Esse período coincide com a intensificação da expansão agrícola sobre o Cerrado mato-grossense, sobretudo em áreas mecanizáveis favoráveis ao cultivo de soja, milho e algodão. Diferentemente da Amazônia, o Cerrado historicamente apresentou menor rigor nos instrumentos de proteção ambiental, além de menor percentual de áreas protegidas, o que favoreceu a ocupação agropecuária intensiva ao longo das últimas décadas.

Entretanto, a partir de 2015 observa-se uma tendência gradual de redução e estabilização das taxas de desmatamento no Cerrado de Mato Grosso, evidenciada tanto pelos valores anuais quanto pela média móvel. Entre 2021 e 2022 verifica-se redução de aproximadamente 42,98% nas áreas desmatadas. Essa tendência pode estar relacionada a múltiplos fatores, incluindo maior consolidação das áreas já convertidas para agricultura mecanizada, aumento da intensificação produtiva em áreas previamente abertas, avanços nos mecanismos de monitoramento territorial e maior atuação de iniciativas privadas de rastreabilidade socioambiental nas cadeias agrícolas.

Além disso, parte da redução observada pode refletir alterações no padrão espacial da expansão agropecuária, com migração da pressão sobre áreas já antropizadas e redução relativa da abertura de novas áreas nativas. Estudos do Instituto Centro de Vida (ICV) corroboram com essa tendência, apontando redução de aproximadamente 7,6% no desmatamento do Cerrado mato-grossense entre 2021 e 2022 (VALDIONES; SILGUEIRO, 2022; ICV, 2023). Ainda assim, apesar da redução recente, o Cerrado permanece altamente vulnerável devido à intensa fragmentação da vegetação remanescente e à forte pressão do agronegócio.

No Bioma Pantanal, embora os valores absolutos sejam inferiores aos observados na Amazônia e no Cerrado, a série histórica revela elevada variabilidade interanual. O maior pico ocorreu em 2016, com aproximadamente 411,57 km² de área desmatada. Esse aumento pode

estar associado à expansão de áreas de uso agropecuário, abertura de pastagens e conversão de formações savânicas e florestais associadas às áreas úmidas do bioma.

Após 2016 observa-se tendência de redução significativa das áreas desmatadas, atingindo cerca de 77,78 km² em 2021, o menor valor da série recente. Entretanto, em 2022 houve novo aumento expressivo, com crescimento de aproximadamente 116,31% em relação ao ano anterior, totalizando cerca de 166,23 km² de desmatamento. Esse aumento pode estar relacionado à intensificação das pressões econômicas sobre o bioma após os eventos extremos de seca e incêndios registrados entre 2020 e 2021, que alteraram significativamente a dinâmica ecológica do Pantanal.

Além disso, o Pantanal apresenta elevada sensibilidade hidrológica e ecológica, de modo que alterações climáticas, redução do pulso de inundação e aumento das queimadas potencializam os processos de degradação ambiental e favorecem mudanças no uso da terra. Mesmo apresentando menores taxas absolutas de desmatamento, o Pantanal possui elevada relevância ecológica, e pequenas alterações territoriais podem gerar impactos significativos sobre a biodiversidade, os recursos hídricos e o funcionamento ecossistêmico do bioma.

De maneira geral, a análise comparativa entre os três biomas evidencia que Mato Grosso apresenta dinâmicas territoriais complexas e heterogêneas de desmatamento. Enquanto a Amazônia demonstra retomada consistente do avanço do desmatamento nos últimos anos, o Cerrado apresenta tendência de estabilização e redução gradual, e o Pantanal revela comportamento mais oscilatório e sensível às condições climáticas e econômicas regionais. Esses resultados reforçam a necessidade de estratégias diferenciadas de monitoramento, fiscalização e conservação para cada bioma, considerando suas particularidades ecológicas, econômicas e territoriais.

ANÁLISE DA REGULARIZAÇÃO AMBIENTAL NO ESTADO DE MATO GROSSO

Até agosto de 2023, foram identificados 140.198 imóveis rurais cadastrados no Sistema de Cadastro Ambiental Rural (CAR) no estado de Mato Grosso. Desse total, apenas 7.346 cadastros haviam sido validados pela Secretaria de Estado de Meio Ambiente (SEMA-MT), enquanto 132.843 permaneciam na situação de “requeridos”. Isso indica que somente 5,24% dos imóveis cadastrados passaram por análise técnica e validação ambiental desde a implementação da obrigatoriedade do CAR, instituída pelo Código Florestal de 2012.

Destaca-se ainda que os primeiros registros validados no estado passam a ocorrer de forma mais estruturada a partir de 2017, ano em que foi instituído o Sistema Mato-grossense de Cadastro Ambiental Rural (SIMCAR), por meio da Lei Complementar nº 592, de 26 de maio de 2017. O SIMCAR foi criado para gerenciar o CAR no âmbito estadual, substituindo o sistema federal (SiCAR) anteriormente utilizado e conferindo maior autonomia à gestão e análise dos cadastros pela SEMA-MT.

Esse processo evidencia um intervalo significativo entre a implementação do CAR como instrumento nacional e o início efetivo e sistemático das análises e validações em nível estadual, refletindo tanto o tempo de estruturação institucional quanto os desafios operacionais associados à consolidação do sistema de regularização ambiental em Mato Grosso.

Esse baixo percentual de validação não é um fenômeno exclusivo de Mato Grosso, mas reflete uma limitação estrutural do Cadastro Ambiental Rural em escala nacional. Conforme relatório do Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA, 2023), embora o CAR tenha se consolidado como o principal instrumento de registro ambiental rural do país, grande parte dos cadastros ainda não passou por análise conclusiva. Em 2021, apenas 1,62% da área total inscrita no CAR no Brasil havia sido efetivamente analisada quanto à regularidade ambiental. De forma ainda mais crítica, o Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia (IPAM, 2023) aponta que, de aproximadamente 6,9 milhões de cadastros realizados no país, menos de 1% foram de fato validados pelos órgãos ambientais competentes.

Esse cenário evidencia uma lacuna importante entre a criação do instrumento e sua efetividade como mecanismo de governança ambiental. O CAR foi concebido como base estruturante para o monitoramento, controle e regularização ambiental dos imóveis rurais, sendo também condição para a implementação do Programa de Regularização Ambiental (PRA). No entanto, a baixa taxa de validação compromete diretamente sua capacidade de induzir conformidade ambiental, uma vez que, na prática, grande parte dos imóveis permanece em situação declaratória, sem verificação oficial das informações prestadas.

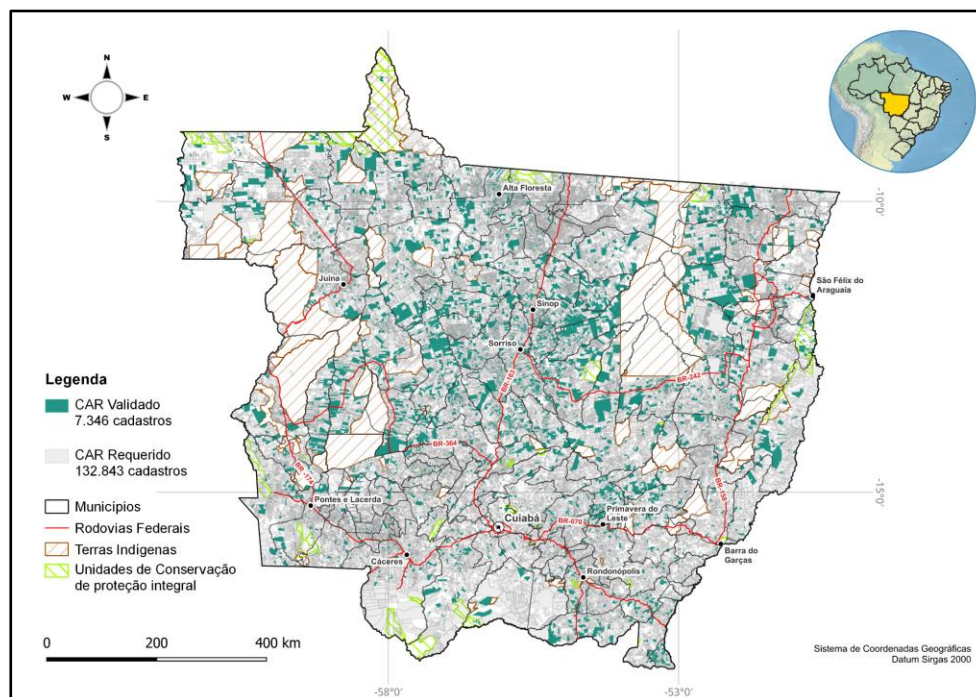
No caso específico de Mato Grosso, essa limitação ganha ainda mais relevância em função da elevada pressão sobre os recursos naturais e da importância do estado na produção agropecuária nacional. A ausência de validação impede a consolidação de diagnósticos precisos sobre passivos ambientais em Áreas de Preservação Permanente (APPs) e Áreas de Reserva Legal (ARLs), dificultando a implementação efetiva de políticas de recuperação e fiscalização ambiental. Além disso, a permanência da maior parte dos cadastros na condição de “requeridos”

reduz a capacidade do Estado de utilizar o CAR como instrumento de planejamento territorial e controle do desmatamento.

Esse cenário também impacta o cumprimento de compromissos ambientais assumidos pelo estado. No âmbito da estratégia Produzir, Conservar e Incluir (PCI), apresentada na Conferência do Clima (COP 21) em 2015, Mato Grosso estabeleceu metas ambiciosas de regularização ambiental, incluindo a validação de 100% dos CARs até 2018 e, posteriormente, a meta de 90% até 2024 (PCI, 2021). Os dados atuais, entretanto, indicam um distanciamento significativo dessas metas, sugerindo limitações institucionais, operacionais e de capacidade técnica dos órgãos responsáveis pela análise dos cadastros.

A distribuição espacial dos CARs, representada na Figura 4, evidencia ainda uma concentração mais intensa de cadastros validados e requeridos nas regiões central e norte do estado, especialmente ao longo do eixo da BR-163. Essa rodovia constitui um dos principais corredores logísticos de escoamento da produção agrícola mato-grossense, conectando as áreas produtoras ao porto de Santarém (PA). Essa concentração não é apenas logística, mas também reflete o padrão histórico de ocupação do território, no qual a expansão da fronteira agrícola segue os principais eixos de infraestrutura de transporte.

Dessa forma, observa-se que a regularização ambiental em Mato Grosso ainda se encontra em estágio inicial de consolidação, com baixa efetividade na validação dos cadastros e, conseqüentemente, na operacionalização plena dos instrumentos previstos no Código Florestal. Esse quadro evidencia um descompasso entre a implementação normativa do CAR e sua efetiva capacidade de promover governança ambiental, monitoramento do uso do solo e redução do desmatamento em escala estadual.

Figura 4 - Mapa de localização dos CARs validados e requeridos no estado de Mato Grosso em 2023.

Fonte: SEMA/MT (2023), IBGE (2022). Elaborado pelos autores.

Também é possível observar na Figura 7 a ocorrência de imóveis rurais cadastrados no CAR com sobreposição a Terras Indígenas (TIs) e Unidades de Conservação de Proteção Integral (UCs). Essas sobreposições representam situações de elevado conflito socioambiental e fundiário, uma vez que, conforme a legislação vigente, tais áreas são territorialmente protegidas e não admitem a regularização de ocupações privadas sobre seus limites. Nesses casos, o órgão ambiental competente deve proceder à análise e à imediata suspensão ou cancelamento das inscrições sobrepostas, conforme os dispositivos legais aplicáveis, a fim de evitar a consolidação de registros incompatíveis com a destinação legal dessas áreas.

No que se refere à dimensão territorial dos cadastros validados, observa-se que estes totalizam aproximadamente 92.077 km², o que corresponde a cerca de 10,19% da área total do estado de Mato Grosso. Esse dado evidencia que, embora a taxa de validação em número de imóveis ainda seja relativamente baixa, os cadastros validados já abrangem uma parcela territorial expressiva, concentrando informações ambientais de áreas significativas do estado.

Para a interpretação da estrutura fundiária associada aos imóveis analisados, utilizou-se a classificação de módulos fiscais estabelecida pelo Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA). O módulo fiscal é uma unidade de medida agrária definida por município, que considera fatores como o tipo de exploração predominante, a renda gerada pelas atividades agropecuárias, a importância de outras explorações econômicas locais e o conceito

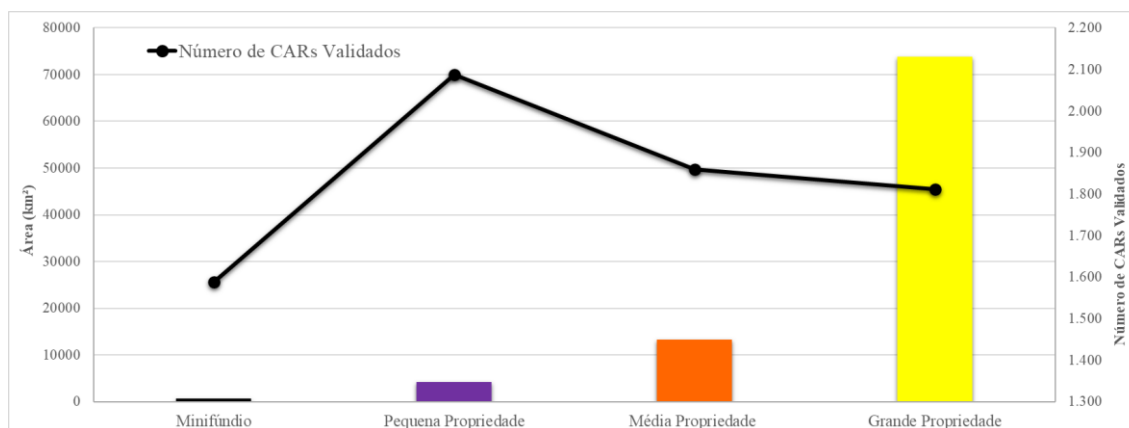
de propriedade familiar. Essa variação territorial faz com que o módulo fiscal no Brasil oscile entre 5 e 110 hectares, enquanto no estado de Mato Grosso situa-se, em geral, entre 30 e 100 hectares, dependendo do município.

Com base nessa referência, os imóveis rurais podem ser classificados em: (i) minifúndio, quando a área é inferior à fração mínima de parcelamento; (ii) pequena propriedade, quando a área varia entre a fração mínima de parcelamento e até 4 módulos fiscais; (iii) média propriedade, com área superior a 4 e até 15 módulos fiscais; e (iv) grande propriedade, quando superior a 15 módulos fiscais (LANDAU, 2012). Essa classificação é fundamental para a análise da estrutura agrária, pois permite compreender a distribuição do uso da terra e sua relação com os padrões de ocupação e desmatamento.

Na Figura 5, observa-se a distribuição espacial e dimensional dos imóveis rurais nos cadastros validados. Verifica-se que as grandes propriedades concentram a maior parte da área cadastrada, totalizando mais de 73 mil km², o que corresponde a aproximadamente 80,21% da área total dos CARs validados. Em contrapartida, as pequenas propriedades representam o maior número absoluto de imóveis, com 2.088 registros, porém ocupam apenas 4,58% da área total analisada.

Esse padrão revela uma estrutura fundiária altamente concentrada em termos de área, característica histórica do processo de ocupação agropecuária em Mato Grosso. Tal concentração territorial tem implicações diretas sobre a dinâmica do desmatamento e da regularização ambiental, uma vez que grandes propriedades tendem a exercer maior pressão sobre extensas áreas contínuas de vegetação nativa, enquanto pequenos imóveis, embora numericamente mais expressivos, apresentam participação territorial relativamente limitada.

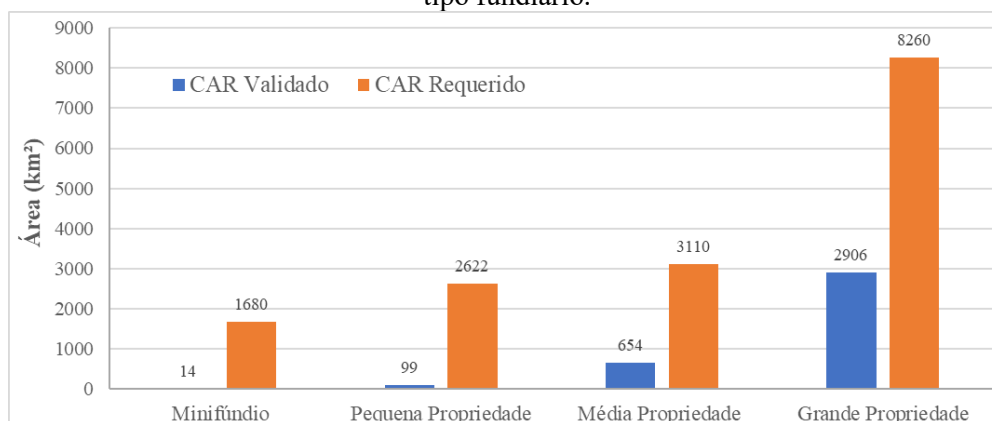
Figura 5 - Gráfico de área e quantidade dos CARs validados em Mato Grosso por tipo fundiário.



Fonte: SEMA (2023). Elaborado pelos autores

Quando se analisa o desmatamento acumulado entre 2008 e 2022 nos imóveis rurais classificados como CARs validados e requeridos (Figura 6), observa-se uma forte concentração da supressão de vegetação nativa nas grandes propriedades rurais. Entre os cadastros ainda não validados (requeridos), as grandes propriedades concentram aproximadamente 8.260,06 km² de desmatamento, o que corresponde a cerca de 52,7% de toda a área desmatada entre as diferentes classes fundiárias no estado de Mato Grosso.

Figura 6 - Desmatamento acumulado (2008 a 2022) PRODES, nos CARs validados e requeridos, por tipo fundiário.



Fonte: SEMA (2023), INPE (2024). Elaborado pelos autores

Esse padrão se torna ainda mais evidente quando se considera exclusivamente os CARs validados. Nesse recorte, as grandes propriedades somam 2.206,22 km² de desmatamento, representando aproximadamente 79,09% do total. Em termos proporcionais, isso significa que, a cada 10 km² de área desmatada em imóveis com CAR validado, cerca de 8 km² estão concentrados em grandes propriedades rurais. Esse resultado evidencia não apenas a maior extensão territorial desses imóveis, mas também sua expressiva participação absoluta e relativa na dinâmica de conversão da vegetação nativa.

Esse comportamento está associado à própria estrutura fundiária do estado de Mato Grosso, marcada por elevada concentração de terras e por um modelo produtivo baseado em atividades agroexportadoras em larga escala, como a soja e a pecuária extensiva. Grandes propriedades tendem a operar com maior capacidade de expansão territorial e maior integração a cadeias produtivas globais, o que historicamente se traduz em maior pressão sobre áreas de vegetação nativa, especialmente em regiões de fronteira agrícola.

Os resultados encontrados estão em consonância com a literatura especializada, que aponta sistematicamente as grandes propriedades como principais vetores de desmatamento em escala regional e nacional. Estudos como os de Costa e Escada (2023) e Fearnside (2022) indicam que, embora diferentes categorias fundiárias contribuam para a dinâmica do

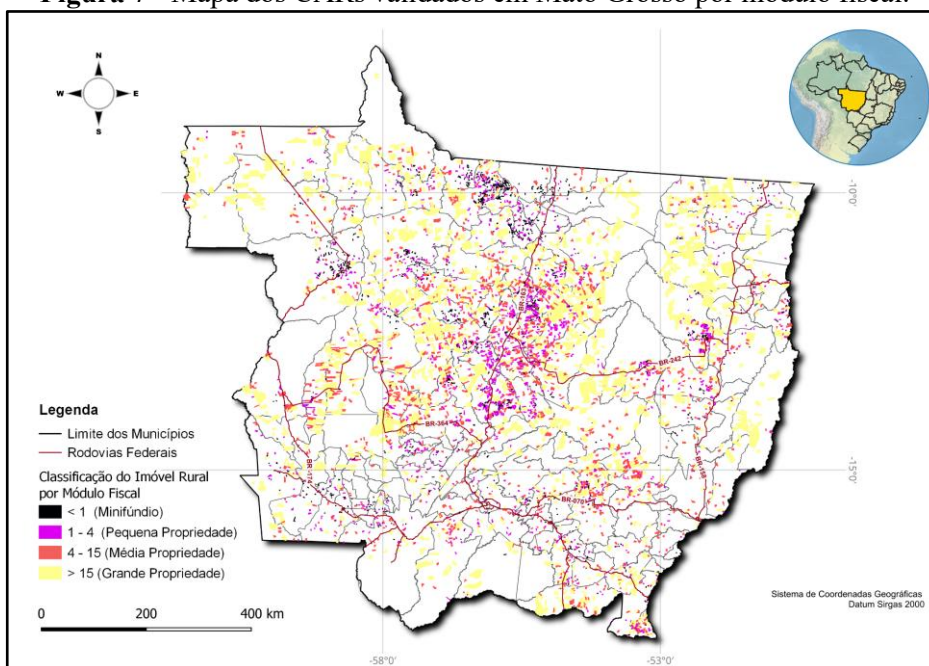
desmatamento, são as grandes propriedades que, em termos absolutos, concentram as maiores taxas de supressão florestal, em função de sua escala de produção, acesso a capital e capacidade de conversão rápida de grandes extensões de terra.

Assim, os dados reforçam a relação entre concentração fundiária e pressão sobre os recursos naturais, evidenciando que políticas de controle do desmatamento e de regularização ambiental precisam considerar não apenas o número de imóveis, mas sobretudo sua escala territorial e sua inserção no modelo de ocupação produtiva do estado.

No mapa apresentado na Figura 7, observa-se a distribuição espacial dos imóveis rurais classificados segundo os módulos fiscais, evidenciando padrões distintos de ocupação do território mato-grossense. Verifica-se uma maior concentração de CARs na porção norte do estado, especialmente ao longo do eixo da BR-163, onde predominam minifúndios, pequenas e médias propriedades.

Essa configuração espacial está diretamente relacionada ao histórico processo de ocupação e colonização da região, fortemente impulsionado a partir da década de 1970 por projetos privados de colonização e incentivo à migração agrícola. Nesse contexto, destaca-se a atuação de empresas colonizadoras que promoveram a venda e parcelamento de grandes extensões de terra, estruturando um modelo de ocupação baseado na agricultura familiar e em pequenas e médias propriedades rurais.

Figura 7 - Mapa dos CARs validados em Mato Grosso por módulo fiscal.



Fonte: SEMA/MT (2023), IBGE (2022). Elaborado pelos autores.

Um exemplo emblemático desse processo é o município de Sinop, cuja ocupação está associada à atuação da Sociedade Imobiliária Noroeste do Paraná (SINOP). Conforme descrito por Coy e Klingler (2014), a colonizadora comercializou, principalmente entre o final da década de 1970 e o início da década de 1980, aproximadamente 650.000 hectares de terras, subdivididos em cerca de 6.200 lotes com extensão média de 100 hectares, destinados a colonos e meeiros oriundos, em grande parte, do estado do Paraná. Esse modelo de colonização estruturou uma paisagem agrária caracterizada pela predominância de propriedades de menor e médio porte, fortemente vinculadas à agricultura e à ocupação intensiva do solo.

Em contrapartida, as grandes propriedades apresentam uma distribuição mais dispersa, concentrando-se principalmente nas regiões norte e nordeste do estado. Essa configuração está associada a processos distintos de ocupação territorial, muitas vezes relacionados à expansão posterior da fronteira agropecuária, aquisição de grandes extensões de terra e consolidação de sistemas produtivos voltados para a agricultura mecanizada em larga escala e a pecuária extensiva.

Dessa forma, a espacialização dos módulos fiscais evidencia não apenas a heterogeneidade da estrutura fundiária em Mato Grosso, mas também reflete diferentes momentos históricos de ocupação do território. Enquanto o norte do estado apresenta forte influência de projetos de colonização dirigidos, com predominância de pequenas e médias propriedades, outras regiões refletem um padrão de ocupação mais recente e concentrado, marcado pela formação de grandes estabelecimentos rurais vinculados ao agronegócio.

Em relação aos Cadastros Ambientais Rurais (CARs) validados que possuem delimitação espacial das Áreas de Preservação Permanente (APPs) e Áreas de Reserva Legal (ARLs), foi possível quantificar a ocorrência de desmatamento nessas áreas legalmente protegidas, considerando o período posterior ao marco temporal estabelecido pelo Código Florestal (22 de julho de 2008), conforme previsto na Lei nº 12.651/2012.

No conjunto analisado, as APPs mapeadas nos imóveis rurais validados totalizam 7.758,34 km², enquanto as ARLs abrangem uma área significativamente maior, de 65.949,54 km². Esses valores evidenciam a relevância ecológica e territorial dessas categorias dentro da estrutura ambiental dos imóveis rurais no estado de Mato Grosso, uma vez que representam áreas destinadas à conservação permanente dos recursos hídricos, biodiversidade e manutenção dos serviços ecossistêmicos, no caso das APPs, e à manutenção de vegetação nativa no caso das Reservas Legais.

Ao analisar o desmatamento dentro dessas áreas protegidas, observou-se a supressão de aproximadamente 62,21 km² em APPs e 526,64 km² em ARLs no período de 2008 a 2022. Em termos absolutos, o desmatamento nas ARLs é muito maior que nas APPs, refletindo também a maior extensão territorial das Reservas Legais entre os imóveis avaliados.

Quando se relaciona a área desmatada com a área total de cada categoria, verifica-se que o impacto corresponde a cerca de 0,80% das APPs e aproximadamente 0,79% das ARLs (Tabela 2). Esses percentuais mostram que, apesar da existência de proteção legal rigorosa, há a ocorrência de supressão de vegetação nativa em áreas que deveriam permanecer preservadas ou em recomposição, em desacordo com a legislação ambiental vigente.

Tabela 2 - Desmatamento acumulado (2008 a 2022) em APP e ARL dos CARs validados de Mato Grosso.

Classe	Área total (km ²)	Área desmatada (km ²)	Porcentagem (%)
APP	7.758,34	62,21	0,8
ARL	65.949,54	526,64	0,79

Fonte: INPE (2024). Elaborado pelos autores.

O aparente contraste entre os elevados índices de desmatamento observados em Mato Grosso e os baixos percentuais de supressão identificados em APPs e ARLs pode ser explicado por um conjunto de fatores territoriais, metodológicos, históricos e legais.

Primeiramente, é importante considerar que os percentuais encontrados — aproximadamente 0,80% das APPs e 0,79% das ARLs entre 2008 e 2022 — foram calculados apenas sobre o universo de imóveis rurais validados analisados no estudo. Portanto, os resultados não representam a totalidade do território mato-grossense nem todos os imóveis cadastrados no CAR, mais especificamente um subconjunto de imóveis que já passaram por etapas de validação ambiental e fundiária. Em geral, imóveis validados tendem a apresentar maior nível de regularização ambiental, maior controle territorial e menor ocorrência de passivos ambientais recentes, o que naturalmente reduz a incidência proporcional de novos desmatamentos ilegais nessas áreas protegidas.

Além disso, parte significativa do desmatamento histórico de Mato Grosso ocorreu antes do período analisado (2008–2022), especialmente entre as décadas de 1980, 1990 e início dos anos 2000, durante a consolidação da fronteira agropecuária no estado. Assim, muitas APPs e ARLs atualmente existentes nos imóveis rurais já haviam sofrido processos de supressão

anteriores à série temporal utilizada. Nesse sentido, os valores identificados no estudo representam apenas os novos eventos de desmatamento ocorridos dentro dessas áreas protegidas após 2008, e não o passivo ambiental acumulado historicamente.

Outro fator relevante está relacionado à própria distribuição espacial do desmatamento em Mato Grosso. Embora o estado figure entre os maiores desmatadores da Amazônia Legal, grande parte da conversão recente da vegetação nativa ocorre fora de APPs e ARLs, especialmente em áreas passíveis de uso produtivo legal, como remanescentes de vegetação excedente, áreas consolidadas ou zonas já antropizadas. Em muitos casos, o desmatamento concentra-se em áreas privadas ainda disponíveis para conversão dentro dos limites legalmente permitidos pelo Código Florestal, sobretudo em regiões de expansão agropecuária no Cerrado e em áreas de transição Amazônia-Cerrado.

Também deve ser considerado o efeito das políticas de monitoramento e fiscalização implementadas nas últimas décadas. O avanço dos sistemas de sensoriamento remoto, especialmente com os alertas do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, o CAR, a integração de bases geoespaciais e a maior capacidade de rastreamento das infrações ambientais aumentaram significativamente o risco de detecção do desmatamento ilegal em áreas protegidas dos imóveis rurais. Como APPs e ARLs possuem delimitação espacial explícita no CAR e maior respaldo jurídico para responsabilização ambiental, essas áreas tendem a apresentar maior nível de controle e restrição em comparação a áreas passíveis de conversão legal.

Outro aspecto importante é que os baixos percentuais relativos não significam necessariamente baixo impacto ambiental. Mesmo representando menos de 1% da área total das APPs e ARLs analisadas, os 588,85 km² desmatados correspondem a uma extensão territorial expressiva de vegetação nativa suprimida em áreas ambientalmente sensíveis e legalmente protegidas. Em termos ecológicos, pequenos percentuais podem gerar impactos significativos, especialmente quando afetam áreas estratégicas para conectividade ecológica, proteção de recursos hídricos, estabilidade de encostas e conservação da biodiversidade.

Além disso, a análise percentual tende a diluir a magnitude absoluta do desmatamento devido à grande extensão territorial das ARLs em Mato Grosso. Como as Reservas Legais totalizam cerca de 65.949,54 km² nos imóveis avaliados, mesmo áreas relativamente grandes de supressão acabam representando percentuais proporcionalmente baixos. Assim, a baixa proporção observada decorre, em parte, da enorme dimensão das áreas protegidas existentes nos imóveis rurais do estado.

Por fim, os resultados podem indicar que, apesar da permanência do desmatamento em Mato Grosso, houve relativa efetividade dos mecanismos legais e institucionais voltados à proteção de APPs e ARLs após a consolidação do Código Florestal, do CAR e dos sistemas de monitoramento ambiental. Contudo, isso não elimina a existência de passivos ambientais históricos, degradação florestal, supressões não detectadas ou pressões contínuas sobre áreas protegidas, especialmente em regiões de expansão agropecuária e ocupação recente.

Além disso, tais valores revelam que a existência de instrumentos de cadastro e monitoramento, como o CAR, por si só, não garante a plena proteção das áreas ambientalmente sensíveis, sendo dependente da efetividade da fiscalização, da validação dos cadastros e da implementação dos Programas de Regularização Ambiental (PRA).

Complementarmente, dados do Boletim de Alerta de Desmatamento do 1º trimestre de 2024, elaborado pela Secretaria de Estado de Meio Ambiente de Mato Grosso (SEMA/MT, 2024), indicam que, dos desmatamentos identificados dentro de áreas inscritas no CAR, 41,21% (47,71 km²) ocorreram com autorização ambiental emitida pelo órgão competente, enquanto 58,79% (68,07 km²) foram classificados como desmatamento ilegal. Ainda segundo o mesmo boletim, a área de desmatamento ilegal fora de imóveis cadastrados no CAR foi de 53,57 km².

A comparação entre essas duas situações revela um aspecto relevante para a governança ambiental: a presença do CAR não necessariamente implica maior controle do desmatamento ilegal. Ao contrário, os dados indicam que a área total de desmatamento ilegal dentro de imóveis cadastrados é 21,30% superior àquela observada em áreas não cadastradas. Esse resultado é particularmente significativo, pois evidencia que, mesmo com a existência de um sistema de registro ambiental amplamente disseminado e com mecanismos de priorização de análise (como imóveis com Plano de Exploração Florestal – PEF ou áreas embargadas), ainda há limitações na capacidade do Estado de prevenir e coibir a supressão ilegal de vegetação nativa.

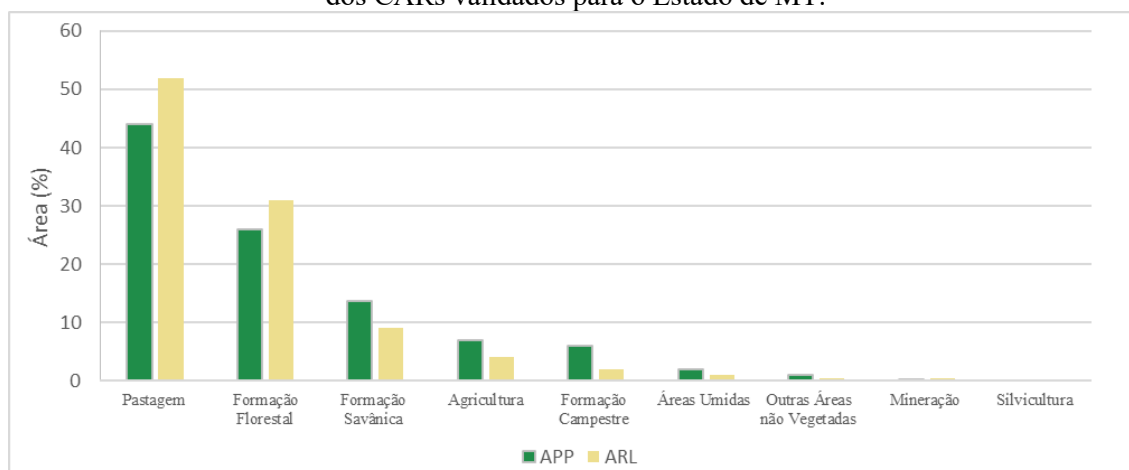
Esse cenário reforça a necessidade de fortalecer não apenas os instrumentos de cadastro, mas principalmente os mecanismos de validação, fiscalização e monitoramento contínuo, de modo a garantir que o CAR cumpra efetivamente seu papel como ferramenta de controle ambiental e apoio à regularização das propriedades rurais.

ANÁLISE DO USO E COBERTURA DA TERRA EM ÁREAS DESMATADAS

A partir da Figura 8 observa-se a porcentagem do uso e cobertura da terra das áreas que sofreram a remoção completa da cobertura florestal primária por corte raso entre os anos de

2008 a 2022 em APPs e ARLs dos CARs validados no estado de Mato Grosso. Por meio do mapa de uso e cobertura da terra do projeto MapBiomas foi possível identificar o que sobrepõe as áreas desmatadas com indícios de ilegalidade.

Figura 8 - Porcentagem (%) do uso e cobertura da terra das áreas desmatadas em APP e ARL dentro dos CARs validados para o Estado de MT.



Fonte: MAPBIOMAS BRASIL (2023), INPE (2024). Elaborado pelos autores

As classes de uso e cobertura da terra que predominam na sobreposição das áreas desmatadas em Áreas de Preservação Permanente (APPs) e Áreas de Reserva Legal (ARLs) são, majoritariamente, Pastagem e Formação Florestal, seguidas pela Formação Savânica. Esse padrão evidencia que a dinâmica de conversão do uso do solo após o desmatamento está fortemente associada à expansão de atividades agropecuárias, especialmente a pecuária extensiva, que constitui um dos principais vetores de transformação da paisagem no estado de Mato Grosso.

Nas APPs, a classe Pastagem ocupou aproximadamente 27,76 km² dos 62,31 km² desmatados, o que representa cerca de 50% das áreas com indícios de supressão de vegetação nativa posteriormente convertidas em uso antrópico. Esse resultado indica que uma parcela significativa das áreas legalmente protegidas, após sofrerem desmatamento, tende a ser incorporada diretamente ao sistema produtivo agropecuário, principalmente para a formação de pastagens.

Situação semelhante é observada nas ARLs, onde a classe Pastagem ocupa cerca de 274,43 km², correspondendo a aproximadamente 52,51% da área total desmatada nessa categoria. Esse comportamento reforça a predominância da pecuária como principal uso substitutivo da vegetação nativa após a conversão do solo, tanto em áreas de proteção permanente quanto em áreas destinadas à conservação dentro dos imóveis rurais.

Esse padrão de substituição da cobertura vegetal por pastagens evidencia a forte pressão exercida pelo setor agropecuário sobre os ecossistemas naturais no estado de Mato Grosso. Kohler (2021) destaca que o desmatamento associado à atividade pecuária bovina assume papel central na degradação da região amazônica, tendo os estados do Pará e Mato Grosso como os principais focos de expansão desse processo. Essa relação direta entre desmatamento e expansão da pecuária reforça o papel estruturante dessa atividade na dinâmica de mudança do uso do solo na região.

Do ponto de vista ambiental, a conversão de extensas áreas de vegetação nativa em pastagens implica significativas alterações nos estoques de carbono e na dinâmica dos ecossistemas. Gomes et al. (2017) ressaltam que a remoção da cobertura vegetal nativa resulta em uma drástica redução da biomassa florestal, contribuindo para a liberação de gases de efeito estufa e intensificando os impactos sobre o clima regional e global.

Esse processo ocorre em um contexto de forte dinamismo econômico do estado de Mato Grosso, cuja economia é fortemente ancorada no agronegócio. O estado destaca-se como maior produtor nacional de soja, milho e algodão, além de possuir o maior rebanho bovino do Brasil. Esse modelo de desenvolvimento, embora responsável por elevados indicadores de crescimento econômico, intensifica a pressão sobre os recursos naturais e amplia os desafios relacionados à conservação ambiental (VIEIRA; MOREIRA, 2023).

Em relação às demais classes de cobertura e uso da terra, a Formação Florestal ocupa 16,91 km² (26,83%) das áreas desmatadas em APPs e 165,42 km² (31,55%) nas ARLs. Já a Formação Savânica (Cerrado) corresponde a 8,51 km² (13,72%) nas APPs e 46,65 km² (9,23%) nas ARLs. Esses resultados demonstram que, embora a conversão para pastagem constitua o principal destino das áreas desmatadas, uma parcela significativa dos polígonos ainda permanece associada a classes de vegetação nativa, tanto florestais quanto savânicas. Tal padrão reflete não apenas a elevada heterogeneidade fitofisionômica dos biomas presentes em Mato Grosso, mas também diferenças metodológicas entre os sistemas de monitoramento utilizados.

De maneira geral, os resultados evidenciam limitações importantes na utilização isolada das classes da Coleção 8 do MapBiomas para a interpretação de áreas desmatadas detectadas pelo PRODES. Observa-se que parte considerável dos polígonos classificados como desmatamento por corte raso pelo PRODES permanece categorizada no MapBiomas como Formação Florestal ou Formação Savânica, gerando uma aparente inconsistência entre as bases de dados. Contudo, essa divergência não necessariamente representa erro cartográfico, mas

decorre, em grande medida, das diferenças conceituais, temporais e metodológicas entre os produtos.

O PRODES possui como objetivo principal detectar a supressão total da vegetação nativa, independentemente da fitofisionomia originalmente presente na área, registrando eventos anuais de corte raso. Já o MapBiomas busca representar a cobertura e uso predominante da terra em determinado ano de referência, podendo classificar áreas recentemente desmatadas, degradadas ou em regeneração dentro de categorias de vegetação natural, especialmente em regiões de transição ecológica. Assim, áreas previamente suprimidas podem voltar a apresentar cobertura vegetal suficiente para serem classificadas como Formação Florestal ou Formação Savânica nas coleções subsequentes do MapBiomas.

Além disso, é importante destacar que o termo “desmatamento” não se restringe exclusivamente à remoção de florestas densas amazônicas. Em Mato Grosso, onde coexistem os biomas Amazônia, Cerrado e Pantanal, os eventos de corte raso frequentemente incidem sobre mosaicos compostos por diferentes fitofisionomias, incluindo cerradão, cerrado sensu stricto, florestas estacionais, matas ciliares e formações savânicas arborizadas. Dessa forma, a presença de classes como Formação Florestal e Formação Savânica dentro de polígonos de desmatamento é compatível com a própria diversidade estrutural e ecológica da vegetação nativa do estado.

Em uma primeira interpretação, essas discrepâncias também podem estar associadas à presença de vegetação secundária ou áreas em processo de regeneração natural, ou seja, áreas anteriormente desmatadas que passaram por abandono e recomposição parcial da cobertura vegetal. Estudos comparativos reforçam essa interpretação. Maurano e Escada (2019), ao compararem os dados do PRODES com o MapBiomas no bioma Amazônia, observaram que a ausência de uma máscara temporal de regeneração nas coleções do MapBiomas pode favorecer a reclassificação de áreas previamente desmatadas como vegetação natural. Os autores também verificaram elevados níveis de omissão quando compararam o MapBiomas ao TerraClass (INPE/EMBRAPA), sobretudo em áreas recentemente convertidas ou em estágios intermediários de regeneração, evidenciando a necessidade de cautela na análise integrada dessas bases.

Adicionalmente, diferenças de resolução espacial, critérios de classificação, periodicidade temporal e limiares de detecção entre os produtos contribuem para essas divergências. Enquanto o PRODES prioriza a identificação anual de eventos de supressão da vegetação nativa, o MapBiomas representa o padrão de cobertura predominante observado no

pixel ao final do período analisado. Em consequência, áreas parcialmente regeneradas, degradadas ou submetidas a usos temporários podem não ser identificadas explicitamente como “desmatamento recente”.

Como alternativa para reduzir essas inconsistências analíticas, destaca-se a utilização do módulo de vegetação secundária do MapBiomass, o qual possibilita estimar áreas de regeneração florestal e não florestal, permitindo uma interpretação mais refinada da dinâmica pós-desmatamento e contribuindo para distinguir áreas efetivamente convertidas daquelas em processo de recomposição da vegetação nativa.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo teve como objetivo analisar a dinâmica do desmatamento no estado de Mato Grosso no período de 2008 a 2022, por meio da integração de dados do PRODES/INPE com informações do Cadastro Ambiental Rural (CAR) disponibilizadas pelo sistema estadual. A partir dessa abordagem, foi possível avaliar não apenas a distribuição espacial do desmatamento, mas também sua relação com a estrutura fundiária, os instrumentos de regularização ambiental e as classes de uso e cobertura da terra.

Os resultados indicam que a ocorrência relativamente baixa de desmatamento em Áreas de Preservação Permanente (APPs) e Áreas de Reserva Legal (ARLs), quando analisadas em termos proporcionais, deve ser interpretada com cautela. Isso ocorre porque, no contexto do Cadastro Ambiental Rural, as ARLs declaradas inicialmente tendem a corresponder, em grande parte, às áreas ainda cobertas por vegetação nativa remanescente. As áreas efetivamente degradadas ou passíveis de recomposição são, em geral, detalhadas e formalmente reconhecidas apenas após a adesão ao Programa de Regularização Ambiental (PRA). Dessa forma, os percentuais observados não refletem necessariamente ausência de pressão ambiental, mas sim o estágio ainda incompleto de validação e regularização dos passivos ambientais.

Nesse sentido, embora o Código Florestal de 2012 e seus instrumentos associados representem avanços importantes no ordenamento ambiental rural, os resultados evidenciam que sua efetividade plena ainda depende da consolidação das etapas de validação dos cadastros, da implementação dos PRAs e do fortalecimento da fiscalização ambiental. Ou seja, o CAR constitui uma base fundamental de informação, mas sua capacidade de induzir mudanças efetivas no uso do solo está diretamente condicionada à atuação institucional do Estado e à efetiva governança ambiental.

Os achados também demonstram que o desmatamento em Mato Grosso está fortemente associado a um modelo de desenvolvimento econômico baseado na expansão agropecuária, caracterizado por uma lógica produtiva de grande escala e forte inserção no mercado global de commodities. A análise de sobreposição com os dados do MapBiomas evidenciou que uma parcela significativa das áreas desmatadas foi posteriormente convertida em pastagens, reforçando o papel central da pecuária na reconfiguração da paisagem. Esse padrão de conversão do uso do solo reflete uma racionalidade econômica predominantemente imediatista, na qual a expansão produtiva se sobrepõe, em muitos casos, às restrições ambientais.

Nesse contexto, o agronegócio desempenha papel ambivalente. Por um lado, constitui um dos principais vetores de pressão sobre os ecossistemas naturais, contribuindo para emissões significativas de gases de efeito estufa, seja por meio da mudança de uso da terra, seja pelas atividades pecuárias e pelo uso intensivo de insumos agrícolas. Por outro lado, também possui potencial de contribuição para a mitigação dos impactos ambientais, especialmente quando associado à adoção de práticas sustentáveis, como sistemas integrados de produção, agricultura de baixo carbono, recuperação de áreas degradadas e tecnologias voltadas à eficiência no uso dos recursos naturais. Assim, a transição para modelos produtivos mais sustentáveis torna-se elemento central para a conciliação entre produção agropecuária e conservação ambiental.

Diante desse cenário, reforça-se a importância estratégica do monitoramento ambiental contínuo e da fiscalização efetiva como pilares da política ambiental. O Estado desempenha papel fundamental não apenas na criação de instrumentos legais, mas principalmente na sua implementação, controle e validação, garantindo que os mecanismos como o CAR e o PRA cumpram sua função de induzir a regularização ambiental e conter a expansão do desmatamento ilegal.

Por fim, destaca-se que o uso integrado de geoprocessamento e sensoriamento remoto mostrou-se fundamental para a análise da dinâmica do uso do solo e do desmatamento, permitindo maior precisão espacial e temporal na identificação das transformações ambientais. O aprimoramento dessas ferramentas e a ampliação de bases georreferenciadas são essenciais para futuras pesquisas, contribuindo para o avanço do conhecimento científico sobre a degradação florestal e seus impactos no estado de Mato Grosso.

Em termos mais amplos, os resultados reforçam que informações geoespaciais consistentes são indispensáveis para subsidiar políticas públicas, orientar o planejamento territorial e apoiar processos de tomada de decisão baseados em evidências. Somente a integração entre ciência, gestão pública e setores produtivos permitirá avançar na construção

de um modelo de desenvolvimento mais equilibrado, capaz de conciliar crescimento econômico, conservação ambiental e adaptação às mudanças climáticas.

REFERÊNCIAS

AB'SABER, Aziz Nacib. **Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas**. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003.

AB'SÁBER, Aziz Nacib. **Brasil, paisagens de exceção: o litoral e o Pantanal mato-grossense, patrimônios básicos**. Ateliê editorial, 2006.

ALENCAR, Ane *et al.* **Amazônia em chamas: o novo e alarmante patamar do desmatamento na Amazônia**. Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia-IPAM, 2022.

AZEVEDO, A. A.; RAJÃO, R.; COSTA, M. A, MARCELO, A. C.; MARCELO, C. C.; MACEDO, M. N.; REIS, T. N. P, ALENCAR, A, SOARES-FILHO, B. S.; PACHECO, R. Limits of Brazil's Forest Code as a means to end illegal deforestation. **PNAS**. 114 (29) 7653-7658. 2017.

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Institui o novo código florestal brasileiro.

COSTA, Lidiane Cristina Oliveira; ESCADA, Maria Isabel Sobral. Como os padrões de desmatamento dos imóveis rurais paraenses se modificaram de 2015 a 2021?. In: Anais do XX Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2023, Florianópolis. Anais. São José dos Campos: INPE, 2023.

COY, Martin; KLINGLER, Michael. Frentes pioneiras em transformação: o eixo da BR-163 e os desafios socioambientais. **Territórios e Fronteiras**, v. 7, n. 1, p. 1-26, 2014

FEARNSIDE, Philip M. A intensificação da pastagem pode frear o desmatamento no Brasil?. **FLORESTA AMAZÔNICA**, p. 81, 2022.

FERREIRA, L. V.; VENTICINQUE, E.; ALMEIDA, S.. O desmatamento na Amazônia e a importância das áreas protegidas. **Estudos Avançados**, v. 19, n. 53, p. 157–166, jan. 2005.

GOMES, S. O. *et al.* Uso e cobertura dos solos de Petrolândia utilizando MAPBIOMAS. In: Anais do XXVII Congresso Brasileiro de Cartografia e do XXVI Expositiva, Rio de Janeiro, RJ. 2017. p. 805-808

ICV, Instituto Centro de Vida. Ilegalidade no desmatamento do Cerrado em MT é de quase 80%, 2023. Disponível em: www.icv.org.br/noticias/ilegalidade-no-desmatamento-do-cerrado-em-mt-e-de-quase-80. Acesso em 01 Mar. de 2024.

INPE, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Monitoramento do Desmatamento da Floresta Amazônica Brasileira por Satélite**, 2023. Disponível em: <https://obt.inpe.br/OBT/assuntos/programas/amazonia/prodes> Acesso em: 20 Jun. 2024.

INPE, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Coordenação Geral de Observação da Terra. Programa de Monitoramento da Amazônia e demais Biomas. Desmatamento – Amazônia – Cerrado - Pantanal**. 2024 Disponível em: <https://terrabilis.dpi.inpe.br/downloads/>.

KOHLER, Marisa Regina et al. O desmatamento da Amazônia brasileira sob o prisma da pecuária: a degradação dos recursos hídricos no contexto da região norte de Mato Grosso. **Research, Society and**

Development, v. 10, n. 11, p. e66101119252-e66101119252, 2021.

LANDAU, Elena Charlotte et al. **Variação geográfica do tamanho dos módulos fiscais no Brasil**. 2012.

MACHADO, R. B.; RAMOS NETO, M. B.; PEREIRA, P. G. P.; CALDAS, E. F.; GONÇALVES, D. A.; SANTOS, N. S.; TABOR, K.; STEININGER, M. **Estimativas de perda da área do Cerrado brasileiro**. Brasília: Conservação Internacional, 2004.

MAPA, Ministério da Agricultura e Pecuária. Cadastro Ambiental Rural - Relatório final de avaliação ex post volume 2: Resultados e Impacto. Brasília, DF, 2023.

MAPBIOMAS BRASIL – Coleção [versão8.0] da Série Anual de Mapas de Uso e Cobertura da Terra do Brasil. 1985. Disponível em: <https://mapbiomas.org>. Acesso em: 12 mar. de 2023.

MYERS, N.; MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER, C. G.; FONSECA, G. A. B. DA FONSECA.; KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v. 403, n. 6772, p. 853-858, 2000.

MAURANO, Luis Eduardo P.; ESCADA, Maria Isabel Sobral. Comparação dos dados produzidos pelo PRODES versus dados do MapBiomas para o bioma Amazônia. Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, v. 19, p. 735-738, 2019.

MAURANO, L.; ESCADA, M. I. S.; CARVALHO, A. F. A. Avaliação do desmatamento do PRODES cerrado nos imóveis do CAR. In: Anais do XX Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2023, Florianópolis. Anais. São José dos Campos: INPE, 2023. p. 191-194.

OLIVEIRA SILVA, Andrezza Karla de. Ab'sáber, Aziz Nacib. **Os Domínios de Natureza no Brasil: Potencialidades Paisagísticas**. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003. Revista de Geografia (Recife), v. 29, n. 1, p. 252-258, 2012.

PCI. Produzir, Conservar, Incluir. Cuiabá/MT, 2021. Disponível em: pci.mt.gov.br. Acesso em: 01 Abr. de 2024.

ROSA, Marcos; SHIMBO, Julia Zanin; AZEVEDO, Tasso. O. MapBiomas-Mapeando as transformações do território brasileiro nas últimas três décadas. Restauração Ecológica: Desafio do processo frente à crise ambiental, VIII Simpósio de Restauração Ecológica, Coordenação geral: Luiz Mauro Barbosa, p. 95-100, 2019.

SANO, E. E.; ROSA, R.; BRITO, J. L. S.; FERREIRA, L. G. Land Cover Mapping of the Tropical Savanna Region in Brazil. **Environmental Monitoring & Assessment**, v. 166, p. 113– 124, 2010.

SEMA-MT, Geoportal, 2023. Disponível em: geoportal.sema.mt.gov.br. Acesso em: 20 Ago. de 2023. SEMA-MT. Boletim nº 01/CGMA/SRMA/SAGA/SEMA-MT/2024. Alertas de Desmate SEMA-MT/PlaneT, 1º Trimestre de 2024. Disponível em: <http://www.sema.mt.gov.br/transparencia/index.php/gestao-ambiental/monitoramento-ambiental/desmatamento>. Acesso em: 20. Jun. de 2024.

.SILVA, J.M.C.; BATES, J.M. Biogeographic patterns and conservation in the South American Cerrado: a tropical savanna hotspot. **BioScience**, v. 52, p. 225-233. 2002.

VALDIONES, Ana Paula; SILGUEIRO, Vinícius; COELHO JUNIOR, Marcondes. Características do desmatamento na Amazônia mato-grossense em 2022. Cuiabá: ICV - Instituto Centro de Vida, 2022.

12p. Disponível em: www.icv.org.br/publicacao/caracteristicas-do-desmatamento-na-amazonia-mato-grossense-em-2022/. Acesso: 15 Mar. de 2024.

VIEIRA, Juliana Michaela Leite; MOREIRA, Benedito Dielcio. Mato Grosso: potencialidades e mazelas no agronegócio e meio ambiente. Anais do Simpósio Brasileiro "Governança e Desenvolvimento Sustentável, ISSN 2965-0364, v. 01, n. 06, 2023.