

PADRÕES DE DESMATAMENTO NOS BIOMAS AMAZÔNIA, CERRADO E PANTANAL NA BACIA HIDROGRÁFICA DO ALTO PARAGUAI, MATO GROSSO - BRASIL

DEFORESTATION PATTERNS IN THE AMAZON, CERRADO AND PANTANAL BIOMES IN THE UPPER PARAGUAY RIVER BASIN, MATO GROSSO - BRAZIL

PATRONES DE DEFORESTACIÓN EN LOS BIOMAS AMAZÓNICO, CERRADO Y PANTANAL EN LA CUENCA DEL ALTO PARAGUAY, MATO GROSSO - BRASIL

Alexander Webber Perlandim Ramos

Mestre em Ambiente e Sistemas de Produção Agrícola, Doutorando pelo Programa de Pós-graduação em Geografia, Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Av. Antônio Carlos, 6627, Pampulha, CEP: 31270-901, Belo Horizonte - MG. E-mail: webber.unemat@gmail.com

Úrsula Ruchkys de Azevedo

Doutora em Geologia, Professora do Departamento de Cartografia e dos Programas de Pós-graduação em Geografia e Análise e Modelagem de Sistemas Ambientais da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Av. Antônio Carlos, 6627, Pampulha, CEP: 31270-90, Belo Horizonte - MG. E-mail: tularuchkys@yahoo.com.br

Fernanda Vieira Xavier

Doutora em Geociências e Meio Ambiente, Pesquisadora de Políticas Públicas e Desenvolvimento Territorial do Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia (IPAM), Rua Corsino do Amarante, 588, Quilombo, CEP: 78043-435, Cuiabá - MT. E-mail: ferx.unesp@gmail.com

Sandra Mara Alves da Silva Neves

Doutora em Geografia, Professora do Departamento de Geografia e dos Programas de Pós-graduação em Geografia e Ciências Ambientais da Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), Av. São João, Cavallhada I, CEP: 78216-060, Cáceres - MT. E-mail: ssneves@unemat.br

Edineia Aparecida dos Santos Galvanin

Doutora em Ciências Cartográficas, Professora do Departamento de Geografia e do Programa de Pós-graduação em Geografia da Universidade Estadual Paulista (UNESP), Av. Renato da Costa Lima, Residencial Ville de France, CEP: 19903-302, Ourinhos - SP. E-mail: edineia.galvanin@unesp.br

RESUMO: O objetivo deste estudo é analisar a dinâmica espacial da cobertura vegetal e uso da terra e a taxa de desmatamento na Bacia Hidrográfica do Alto Paraguai, localizada no estado brasileiro de Mato Grosso, visando que as informações possam contribuir no desenvolvimento de estratégias de planejamento territorial voltadas à conservação ambiental. Foram realizadas análises da dinâmica de mudanças da cobertura vegetal e uso da terra e das taxas de desmatamento por meio de procedimentos efetuados via geoprocessamento (recorte, reclassificação, redimensionamento e quantificação) dos dados anuais de mapeamentos (1985-2020) gerados pelo Projeto de Mapeamento Anual da Cobertura e Uso do Solo no Brasil (MapBiomias). Na unidade hidrográfica investigada as Áreas de Vegetação Natural sofreram redução de 19,82%, ao passo que as Áreas Antrópicas Agrícolas aumentaram 76,74%. Na bacia a taxa média de desmatamento foi de 1,57%/ano, enquanto que nos biomas Amazônia, Cerrado e Pantanal na bacia foi de 4,09%/ano, 1,58%/ano e 0,75%/ano, respectivamente. No Pantanal a taxa média de desmatamento foi de 0,77%/ano para 0,88%/ano do quinquênio inicial (1986-1990) para o final (2016-2020), enquanto no mesmo período houve redução na Amazônia (5,12%/ano para 2,22%/ano) e no Cerrado (1,68%/ano para 1,21%/ano). Constatou-se que na bacia o desmatamento ocorre de forma heterogênea, com maior intensidade nos biomas localizados na região de planalto (Amazônia e Cerrado), onde as áreas antrópicas superaram as áreas de vegetação natural. Embora a taxa média de desmatamento seja baixa no Pantanal, comparado aos demais biomas, foi observada uma tendência de aumento recente (2016-2020) na média.

Palavras-chave: Desflorestamento, Pecuária, Commodities, Agricultura, Paisagem.

ABSTRACT: The objective of this study is to analyze the spatial dynamics of vegetation cover and land use and the rate of deforestation in the Upper Paraguay River Basin, located in the Brazilian state of Mato Grosso, so that the information can contribute to the development of territorial planning strategies aimed at environmental conservation. Analyses of the dynamics of changes in vegetation cover and land use and deforestation rates were carried out through procedures carried out via geoprocessing (cutting, reclassification, resizing and quantification) of the annual mapping data (1985-2020) generated by the Annual Mapping Project of Land Cover and Use in Brazil (MapBiomias). In the investigated hydrographic unit, the Natural Vegetation Areas decreased by 19.82%, while the Agricultural Anthropogenic Areas increased by 76.74%. In the basin, the average deforestation rate was 1.57%/year, while in the Amazon, Cerrado and Pantanal biomes in the basin it was 4.09%/year, 1.58%/year and 0.75%/year, respectively. In the Pantanal, the average deforestation rate went from 0.77%/year to 0.88%/year from the initial five-year period (1986-1990) to the end (2016-2020), while in the same period there was a reduction in the Amazon (5.12%/year to 2.22%/year) and in the Cerrado (1.68%/year to 1.21%/year). It can be seen that deforestation occurs heterogeneously in the basin with greater intensity in the biomes located in the plateau region (Amazon and Cerrado), where anthropogenic areas have surpassed areas of natural vegetation. Although the average rate of deforestation is low in the Pantanal, compared to the other biomes, a recent upward trend (2016-2020) in the average was observed.

Keywords: Deforestation, livestock, commodities, agriculture, landscape.

RESUMEN: El objetivo de este estudio es analizar la dinámica espacial de la cobertura vegetal y el uso del suelo y la tasa de deforestación en la Cuenca del Río Alto Paraguay, ubicada en el estado brasileño de Mato Grosso, de manera que la información pueda contribuir al desarrollo de estrategias de planificación territorial orientadas a la conservación ambiental. Los análisis de la dinámica de los cambios en la cobertura vegetal y en las tasas de uso y deforestación del suelo se realizaron a través de procedimientos realizados a través del geoprosesamiento (corte, reclasificación, redimensionamiento y cuantificación) de los datos de mapeo anual (1985-2020) generados por el Proyecto Anual de Mapeo de Cobertura y Uso del Suelo en Brasil (MapBiomias). En la unidad hidrográfica investigada, las Áreas de Vegetación Natural disminuyeron en 19.82%, mientras que las Áreas Antropogénicas Agrícolas aumentaron en 76.74%. En la cuenca, la tasa promedio de deforestación fue de 1,57%/año, mientras que en los biomas Amazonia, Cerrado y Pantanal de la cuenca fue de 4,09%/año, 1,58%/año y 0,75%/año, respectivamente. En el Pantanal, la tasa promedio de deforestación pasó de 0,77%/año a 0,88%/año desde el quinquenio inicial (1986-1990) hasta el final (2016-2020), mientras que en el mismo período hubo una reducción en la Amazonia (5,12%/año a 2,22%/año) y en el Cerrado (1,68%/año a 1,21%/año). Se puede observar que la deforestación ocurre de manera heterogénea en la cuenca, con mayor intensidad en los biomas ubicados en la región de la meseta (Amazonas y Cerrado), donde las áreas antropogénicas han superado las áreas de vegetación natural. Aunque la tasa promedio de deforestación es baja en el Pantanal, en comparación con los otros biomas, se observó una tendencia al alza reciente (2016-2020) en el promedio.

Palabras clave: Deforestación, ganadería, materias primas, agricultura, paisaje.

1. INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, o Brasil passou por mudanças significativas em suas paisagens naturais, impulsionadas principalmente pelo aumento da produção agropecuária, em resposta à crescente demanda global por commodities do setor (PICOLI et al., 2020; FERRAZ-ALMEIDA; MOTA, 2021; BEZERRA et al., 2022). Atualmente, o Brasil está entre os maiores exportadores mundiais de commodities agropecuárias (PICOLI et al., 2020), sendo o estado de Mato Grosso o principal polo produtivo do país (PICOLI et al., 2018; STEPANOV; CÂMARA; VERSTEGEN, 2020). Entretanto, a consolidação desse status alcançado pelo Estado se deu às custas de altos níveis de desmatamento. Entre 1985 e 2020, o Estado perdeu cerca de 20 milhões de hectares (Mha), equivalente a aproximadamente 30%, de áreas de vegetação natural (MAPBIOMAS, 2022).

De acordo com a FAO (2017), a pressão sobre os recursos naturais gerada pela necessidade de aumento da produção de commodities para sustentar as demandas provocadas pelo crescimento da população mundial tende a se agravar ainda mais até 2050. Isso coloca o estado em uma posição central no debate sobre o conflito entre o aumento de produtividade e a necessidade de conservação ambiental, bem como seu papel na promoção da agenda ambiental brasileira. No estado do Mato Grosso uma das áreas que se enquadra nesse contexto é a Bacia Hidrográfica do Alto Paraguai.

A Bacia Hidrográfica do Alto Paraguai desempenha um papel de importância estratégica da gestão dos recursos hídricos brasileiros, não somente por suas amplas dimensões territoriais, mas também por abrigar uma das maiores extensões úmidas contínuas do planeta, o Pantanal, declarado Patrimônio Nacional pela Constituição Federal Brasileira de 1988 (BRASIL, 1988) e designado como área de relevância global pela Convenção sobre Zonas Úmidas de Importância Internacional em 1971 (Convenção Ramsar), incorporada plenamente ao arcabouço legal do Brasil em 1996 pelo Decreto no 1.905/96 (MMA, 2020), e Reserva da Biosfera em 2000 pelo Programa das Nações Unidas para a Ciência e a Cultura (MMA, 2020).

Além do Pantanal, a Bacia Hidrográfica do Alto Paraguai em Mato Grosso compreende áreas dos biomas Amazônia e Cerrado, que ocorrem nas regiões de planaltos e abrigam as nascentes dos rios responsáveis pelo abastecimento hídrico da planície pantaneira e os pulsos de inundação do bioma (SILVA, 2010).

Para apoiar o processo de planejamento e gestão territorial e assegurar a conservação e o funcionamento ecológico dos diferentes ecossistemas que compõe a bacia, é de extrema importância a geração de informações sobre a dinâmica de mudança de uso e cobertura da terra (PICOLI et al., 2018; SILVA; GALVANIN; MENEZES, 2022), fornecendo dados que possam subsidiar o desenvolvimento de planos de manejo e conservação e a tomada de decisões políticas e técnicas de caráter socioambiental por parte dos poderes públicos e também da sociedade civil.

Nesse sentido, a utilização de dados como os do Projeto de Mapeamento Anual da Cobertura e Uso do Solo no Brasil (MapBiomias), têm representado uma valorosa ferramenta de investigação desta natureza. A Plataforma MapBiomias é uma iniciativa composta por diversos setores (instituições públicas, organizações não governamentais e empresas de tecnologia) que tem por objetivo contribuir para o entendimento da dinâmica do uso da terra no Brasil, por meio da geração e disponibilização gratuita de dados anuais da cobertura vegetal e de uso da terra do território nacional, produzidos a partir do desenvolvimento e implementação de metodologias apoiadas em processamento de larga escala e de baixo custo financeiro (MAPBIOMAS, 2021; SOUZA JUNIOR et al., 2020; CRUZ; CRUZ, 2021).

Nesse contexto, o objetivo deste estudo é analisar a dinâmica espacial da cobertura vegetal e uso da terra e o comportamento do desmatamento na Bacia Hidrográfica do Alto Paraguai, localizada no estado brasileiro de Mato Grosso, utilizando dados do MapBiomias. O propósito é gerar informações que possam contribuir para o desenvolvimento de estratégias de planejamento territorial voltadas à conservação ambiental.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Área de estudo

A Bacia Hidrográfica do Alto Paraguai está situada no extremo norte da Bacia Platina, na região central da América do Sul, abrangendo uma área territorial de 595.230 km², que compreende partes do território do Brasil, Paraguai e Bolívia (ANA, 2017). No Brasil, a bacia ocupa 362.259 km² de área, sendo 174.309,98 km² no estado de Mato Grosso (MMA, 2022) (Figura 1). Na porção mato-grossense da Bacia Hidrográfica do Alto Paraguai (BAP-MT) estão localizados 58 municípios, de forma parcial ou total, que somam uma população de aproximadamente 1.8 milhões de habitantes (IBGE, 2022).

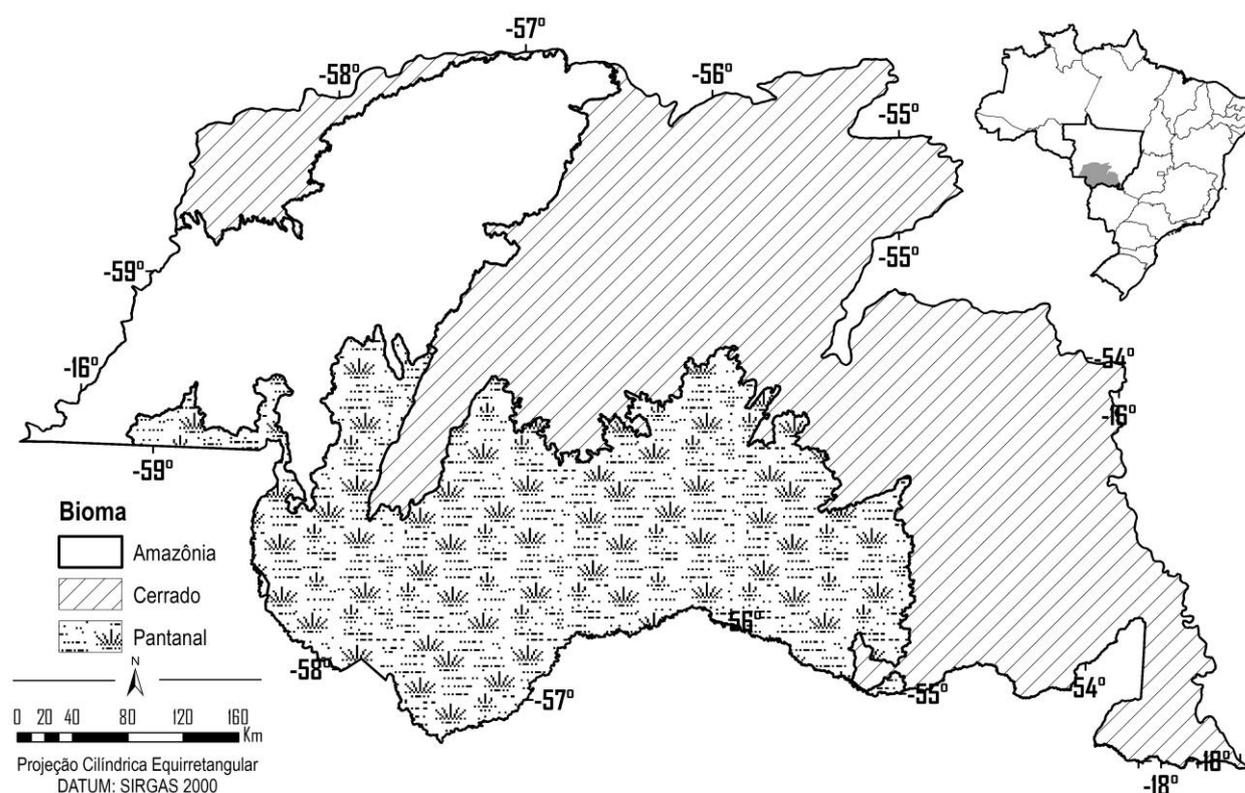


Figura 1 – Localização da Bacia Hidrográfica do Alto Paraguai mato-grossense. Fonte: Os autores.

A BAP-MT apresenta uma macrocompartimentação física que engloba duas grandes unidades de relevo: o planalto e a planície. O compartimento planalto é caracterizado pela ocorrência dos biomas Amazônia (34.337,66 km²) e Cerrado (86.507,16 km²), possui terras cujas cotas topográficas são iguais ou superiores à 200 metros de altitude, podendo atingir mais de 1.100 metros (ANA, 2017). No compartimento planície, está inserido o Pantanal mato-grossense com uma área de 53.465,16 km², sendo caracterizado pelas terras baixas, de até 200 metros, que são sazonalmente sujeitas a inundações, devido ao baixo declive apresentado pelo terreno.

2.2. Base de dados

Neste estudo, foram utilizados os dados anuais de cobertura vegetal e de uso da terra disponibilizados no sítio do Projeto de Mapeamento Anual da Cobertura e Uso do Solo no Brasil (MAPBIOMAS, 2022), coleção 7, abrangendo o período de 1985 a 2020 que pode ser acessado em: <https://brasil.mapbiomas.org/downloads/>. Mais detalhes metodológicos acerca da geração dos dados do Projeto MapBiomas podem ser acessados em: <https://mapbiomas.org/visao-geral-da-metodologia>.

Para processamento e elaboração dos produtos cartográficos da pesquisa foi utilizado o Sistema de Informação Geográfica ArcGis® 10.8.1 (ESRI, 2018 – ID da assinatura 2844895929) vinculado ao Laboratório de Geotecnologias (LabGeo-UNEMAT) da Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT).

Os dados originais de cobertura vegetal e de uso da terra foram reclassificados, conforme ilustrado na Figura 2, adotando-se a nomenclatura correspondente ao nível hierárquico Nível I (Classe) do Sistema básico de classificação da cobertura e do uso da terra (SCUT) descrito no Manual Técnico de Uso da Terra (IBGE, 2013) (Tabela 1).

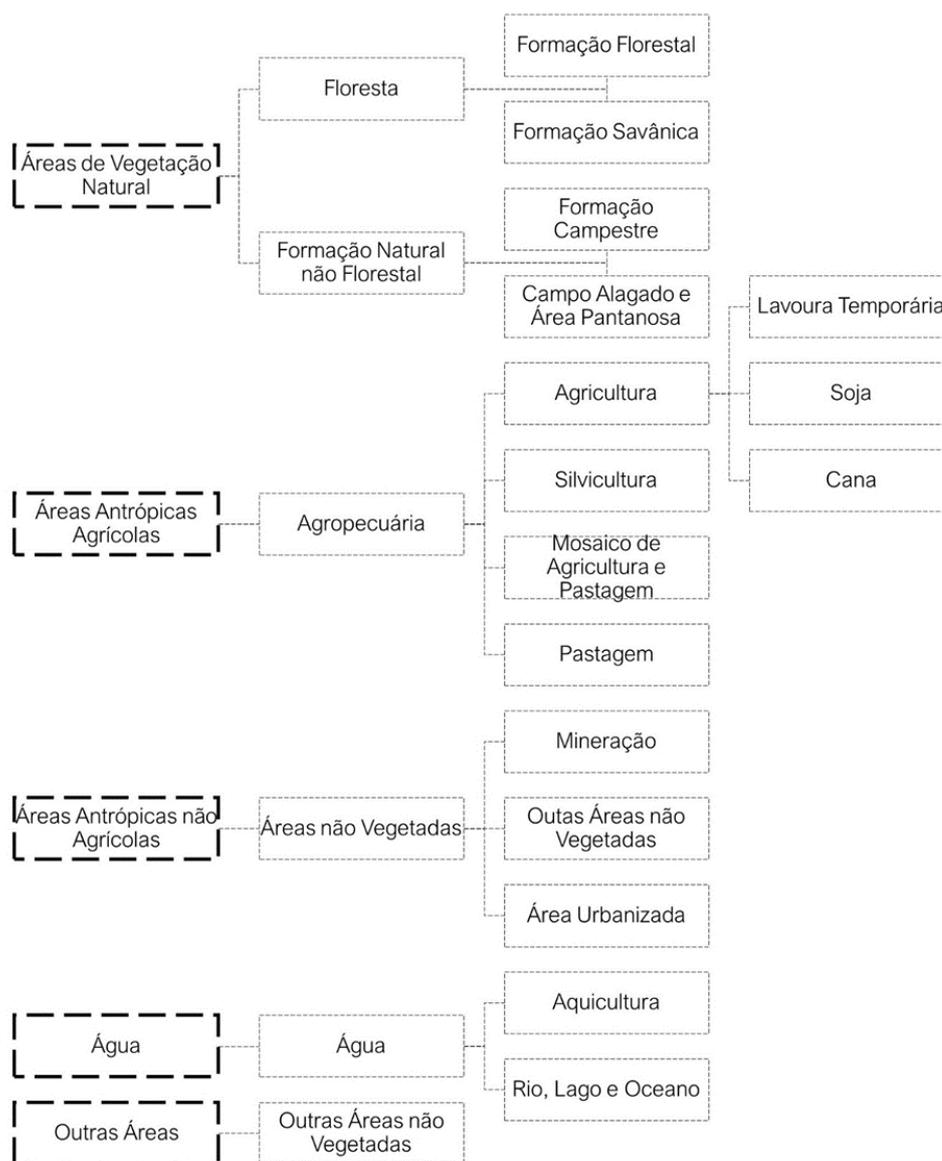


Figura 2 – Chave reclassificação dos dados de cobertura vegetal e uso da terra. Fonte: Os autores.

Tabela 1 – Descrição das classes do Sistema básico de classificação da cobertura e do uso da terra (SCUT).

Classe	Descrição	
Áreas de Vegetação Natural (AV)	Áreas que compreendem estruturas florestais e campestres, abrangendo de florestas e campos originais (primários) e alterados até formações florestais espontâneas secundárias, arbustivas, herbáceas e/ou gramíneo-lenhosas, em diversos estágios sucessionais de desenvolvimento.	
Áreas Antrópicas Agrícolas (AA)	Áreas utilizadas para a produção de alimentos, fibras e commodities do agronegócio. Inclui todas as terras cultivadas, caracterizadas pelo delineamento de áreas cultivadas ou em descanso, podendo também compreender áreas alagadas.	
Áreas Antrópicas não Agrícolas (AN)	Áreas urbanizadas, industriais, comerciais, redes de comunicação e áreas de extração mineral.	
Águas (AG)	Áreas que abrangem todas as classes de águas, como cursos de água e canais (rios, riachos, canais e outros corpos de água lineares), corpos d'água naturalmente fechados, sem movimento (lagos naturais regulados) e reservatórios artificiais (represamentos artificiais d'água construídos para irrigação, fornecimento de água e geração de energia elétrica).	
Outras Áreas (OA)	Áreas que se referem tanto a ambientes naturais, como rochas desnudas ou praias, quanto a ambientes antrópicos, decorrentes da degradação provocada pelas atividades humanas, como extração de minerais.	

Fonte: Os autores.

Após o processo de reclassificação, os dados de cobertura vegetal e uso da terra, gerados a partir de imagens dos satélites da série Landsat (Landsat 5, Thematic Mapper (TM); Landsat 7, Enhanced Thematic Mapper Plus (ETM+); e Landsat 8, Operational Land Imager (OLI)), com resolução espacial de 30m, foram redimensionados para a resolução espacial de 100m.

A definição do valor de resolução espacial se dá pela proposição da pesquisa de atender a escala cartográfica de 1:500.000. A escolha desse valor de escala considera os parâmetros descritos no Manual Técnico de Uso da Terra que adverte que escalas entre 1:50.000 até 1:750.000 se enquadram em nível de “mapeamentos de reconhecimento”, sendo polivalentes na sua essência, atendendo ampla faixa de objetivos, perpassando pelo planejamento regional, estadual, nacional e de bacias hidrográficas (IBGE, 2013), como é o caso do presente estudo.

2.3. Métodos

2.3.1. Dinâmica da Mudança de Uso da Terra

A análise da dinâmica temporal dos padrões de cobertura vegetal e uso da terra foi expressa pelo Diagrama de Sankey, construído a partir da matriz de transferência de cobertura vegetal e uso da terra (SCHIMIDT, 2003; CUBA, 2008). A matriz de transferência descreve as interações (transição ou imutabilidade) entre as classes de cobertura vegetal e uso da terra do estado inicial para o estado final, refletindo as transformações do momento T para o momento T + 1, e o volume dessas interações (LOURENÇONI et al., 2021; ZHANG et al, 2022). A matriz de transferência de cobertura vegetal e uso da terra é descrita da seguinte forma:

$$S_{ij} = \begin{bmatrix} s_{11} & s_{12} & \dots & s_{1n} \\ s_{32} & s_{22} & \dots & s_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ s_{n1} & s_{n2} & \dots & s_{nn} \end{bmatrix} \quad (2)$$

onde S_{ij} representa a transição da cobertura vegetal e uso da terra da classe i para classe j , e s_{nn} descreve a classe de cobertura vegetal e uso da terra antes e depois da transferência.

2.3.2. Cálculo das Taxas de Desmatamento

As taxas de desmatamento, isto é, a conversão de Áreas de Vegetação Natural para Áreas Antrópicas Agrícolas, foram calculadas anualmente a partir da matriz de cobertura vegetal e uso da terra pela Equação 1 (PUYRAVAUD, 2003).

$$DT = \left(\frac{1}{t_2 - t_1} \right) \times \ln \left(\frac{A_2}{A_1} \right) * (-1) \quad (1)$$

onde DT representa a taxa de desmatamento em porcentagem (%) de área (km²) perdida/ano entre os dois períodos de tempo (t_1 e t_2); A_1 e A_2 são as Áreas de Vegetação Natural entre os dois períodos de tempo.

2.4. Recortes Espaciais das Análises

Os métodos apresentados foram aplicados nas análises efetuadas de acordo com os seguintes recortes espaciais: (1) por toda área da BAP-MT; (2) pelas áreas dos biomas presentes na BAP-MT; e (3) pelas extensões de planície e planalto da BAP-MT.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

De 1985 a 2020, a Bacia Alto Paraguai, situada no território mato-grossense, sofreu mudanças expressivas na cobertura vegetal e do uso da terra (Figura 3). Neste período as Áreas de Vegetação Natural apresentaram redução de 19,82% (24.643,78 km²) enquanto as Áreas Antrópicas Agrícolas foram expandidas em 76,74% (30.782,42 km²) (Tabela Apêndice 1).

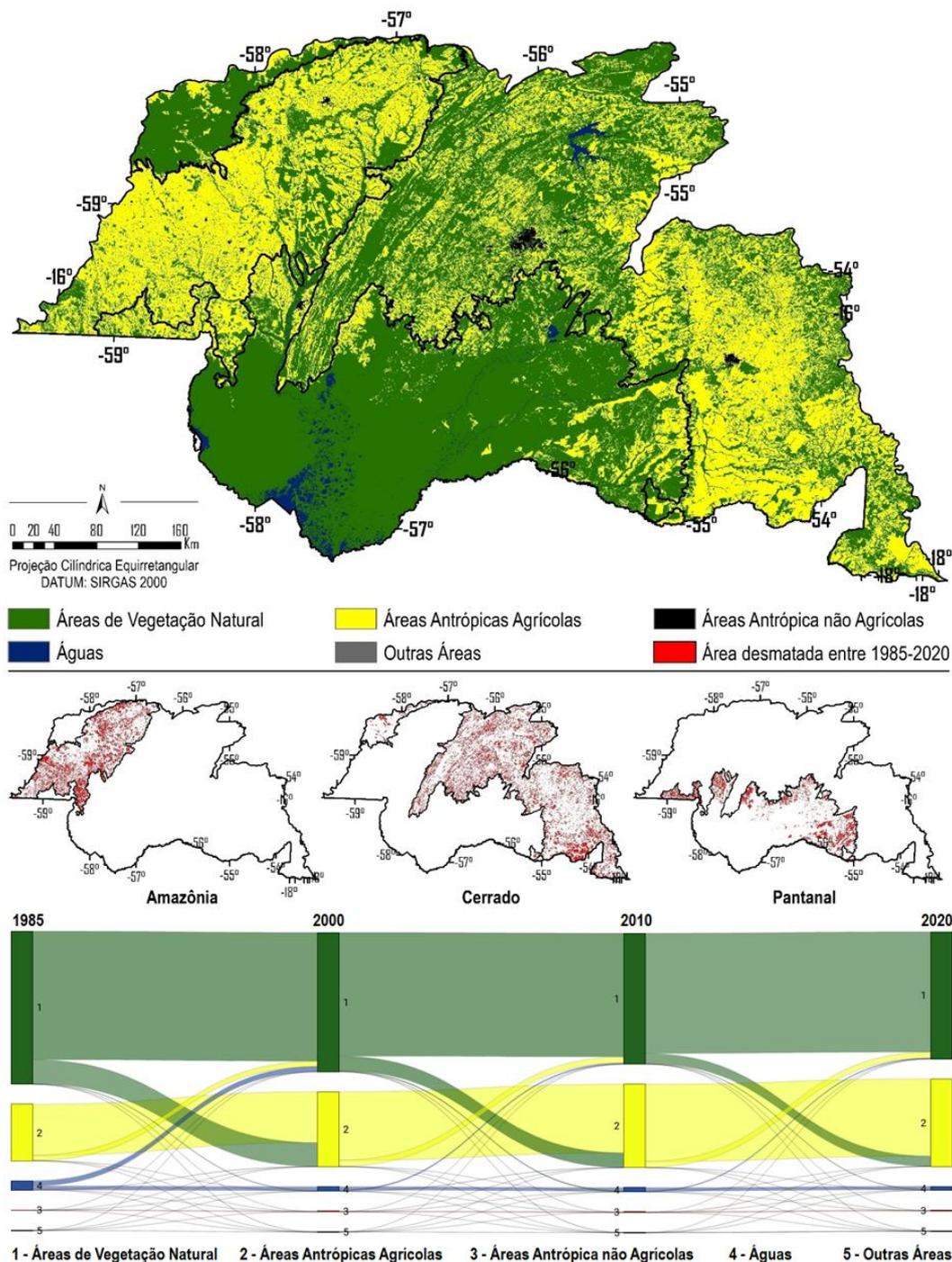


Figura 3 – Estado atual (2020) e panorama espaço-temporal (1985-2020) das mudanças na cobertura vegetal e uso da terra na BAP-MT e seus biomas. Fonte: Os autores.

Quando analisado por bioma, observa-se que a espacialização e o ritmo de desmatamento na bacia ocorrem de forma heterogênea. Na porção do bioma Amazônia, em trinta e cinco anos, foram suprimidas 8.534,41 km² de Áreas de Vegetação Natural, correspondendo a 44,23% (Tabela Apêndice 1). Em contrapartida as Áreas Antrópicas Agrícolas cresceram quase que na mesma proporção, apresentando acréscimo de 8.512,99 km², ou seja, 57,19% (Tabela Apêndice 1).

O Diagrama de Sankey (Figura 4) ilustra que o desmatamento da vegetação nativa, para conversão em áreas agropecuárias no território Amazônico, ocorreu de forma mais intensa entre os anos de 1985 e 2000, exibindo nas décadas de 2000 a 2010 e 2010 e 2020 desaceleração gradativa. É importante destacar que, desde 1990, as Áreas Antrópicas Agrícolas superavam as Áreas de Vegetação Natural, evidenciando a ocorrência de antropização do bioma.

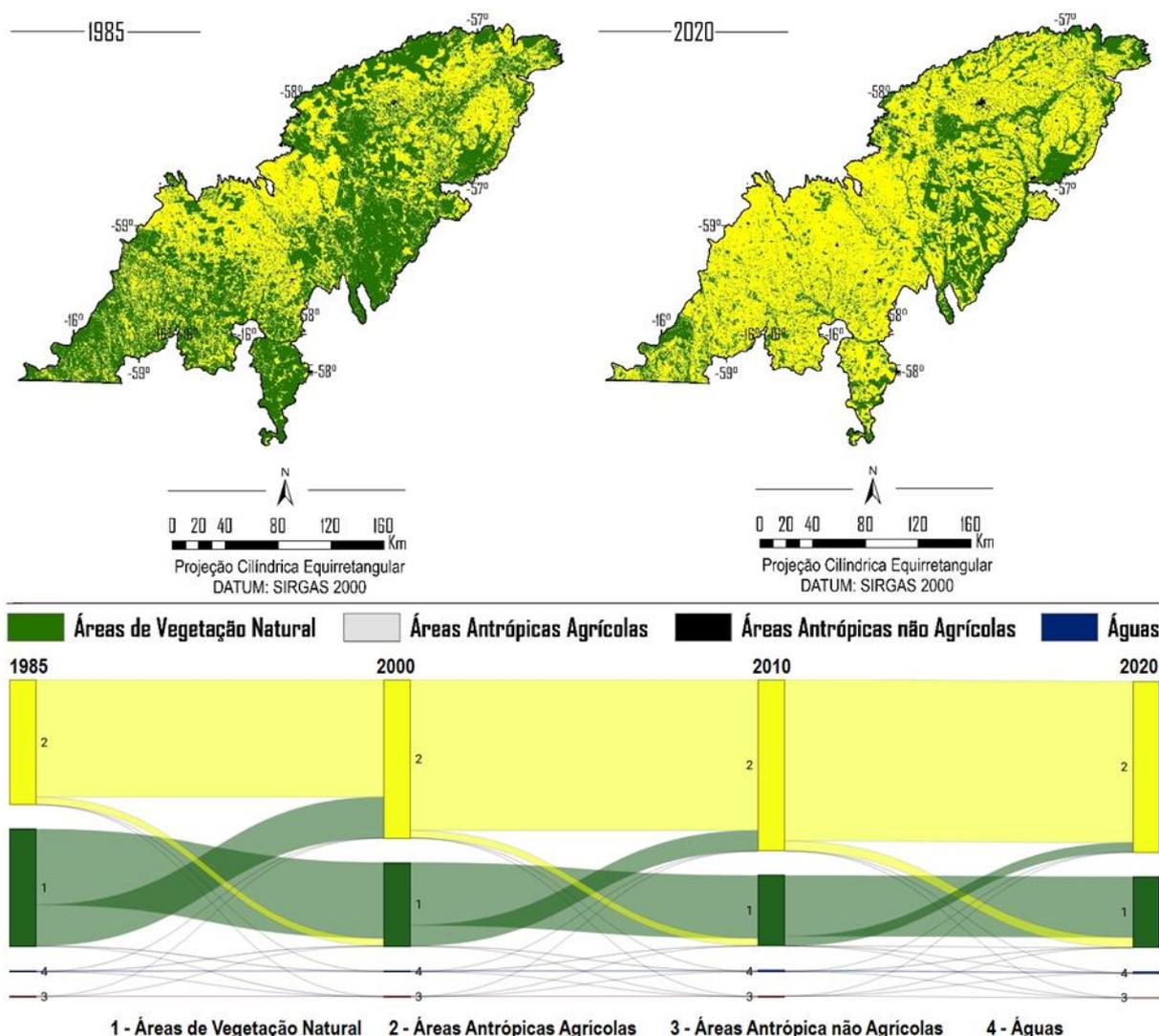


Figura 4 – Cobertura vegetal e usos da terra no bioma Amazônia e sua dinâmica de transição. Fonte: Os autores.

A Amazônia é o maior bioma brasileiro (MMA, 2022), sendo considerado uma das áreas florestais chave para amortecimento da crise climática global (HOUGHTON et al., 2000; AVISSAR et al., 2002; SOARES-FILHO et al., 2005). Em Mato Grosso, parte da extensão desse bioma está localizado no chamado “arco do desmatamento” que é uma das fronteiras de desmatamento mais ativas do mundo nas últimas décadas (FEARNSIDE, 2003; DOMINGUES; BERMANN, 2012).

Esse processo de desmatamento foi desencadeado pela implantação de programas de desenvolvimento regional, como o Plano de Desenvolvimento Econômico e Social do Centro-Oeste (PLADESCO - 1972), o Programa de Desenvolvimento do Centro-Oeste (PRODOESTE - 1971), Programa de Polos Agropecuários e Agrominerais da Amazônia (POLAMAZÔNIA - 1975), o Programa de Desenvolvimento dos Cerrados (POLOCENTRO - 1975) e o Programa de Desenvolvimento do Pantanal (PRODEPAN - 1974), implantados pelo Governo Federal por meio da Superintendência do Desenvolvimento do Centro-Oeste (SUDECO), com intuito de estimular a ocupação territorial dos chamados “vazios demográficos” por meio do fomento da produção agrícola e pecuária por meio de incentivos fiscais e facilitação de acesso a crédito (BRASIL, 1997; OLIVEIRA, 2002; MACHADO et al., 2018; CAMPOLINA, 2019).

Além dos incentivos diretos concedidos as companhias colonizadoras e produtores individuais atraídos pelos benefícios desses programas, estava previsto investimentos em infraestrutura rodoviária, criação de rede energética, melhoramento genético do rebanho bovino, assistência técnica aos criadores, industrialização da carne e derivados, abertura de frigoríficos e facilitar o escoamento da produção (ABREU, 2001; HARGRAVE; KIS-KATOS, 2013; ARTAXO, 2019).

Muitas dessas proposições, no entanto, não foram efetivamente implementadas. Todavia, foram suficientes para despertar o início de um processo de ocupação territorial marcado por intenso fluxo migratório impulsionado pelas perspectivas de especulação fundiária que resultou na supressão de extensas áreas da Amazônia e Cerrado mato-grossense para expansão da agricultura e pecuária (MACEDO et al., 2012; CAMPOLINA, 2019).

No Cerrado as Áreas de Vegetação Natural decresceram 16.629,21 km² (26,82%) do ano de 1985 para 2020. Entrementes, as Áreas Antrópicas Agrícolas apresentaram crescimento de 16.221,60 (68,76%), passando de 23.589,53 km² no ano de 1985 para 39811,13 km² em 2020 (Tabela Apêndice 1A). Apesar da Área de Vegetação Natural ser a classe majoritária no Cerrado da BAP-MT, as Áreas Antrópicas Agrícolas têm se aproximado em área de ocupação do território do bioma (Figura 5).

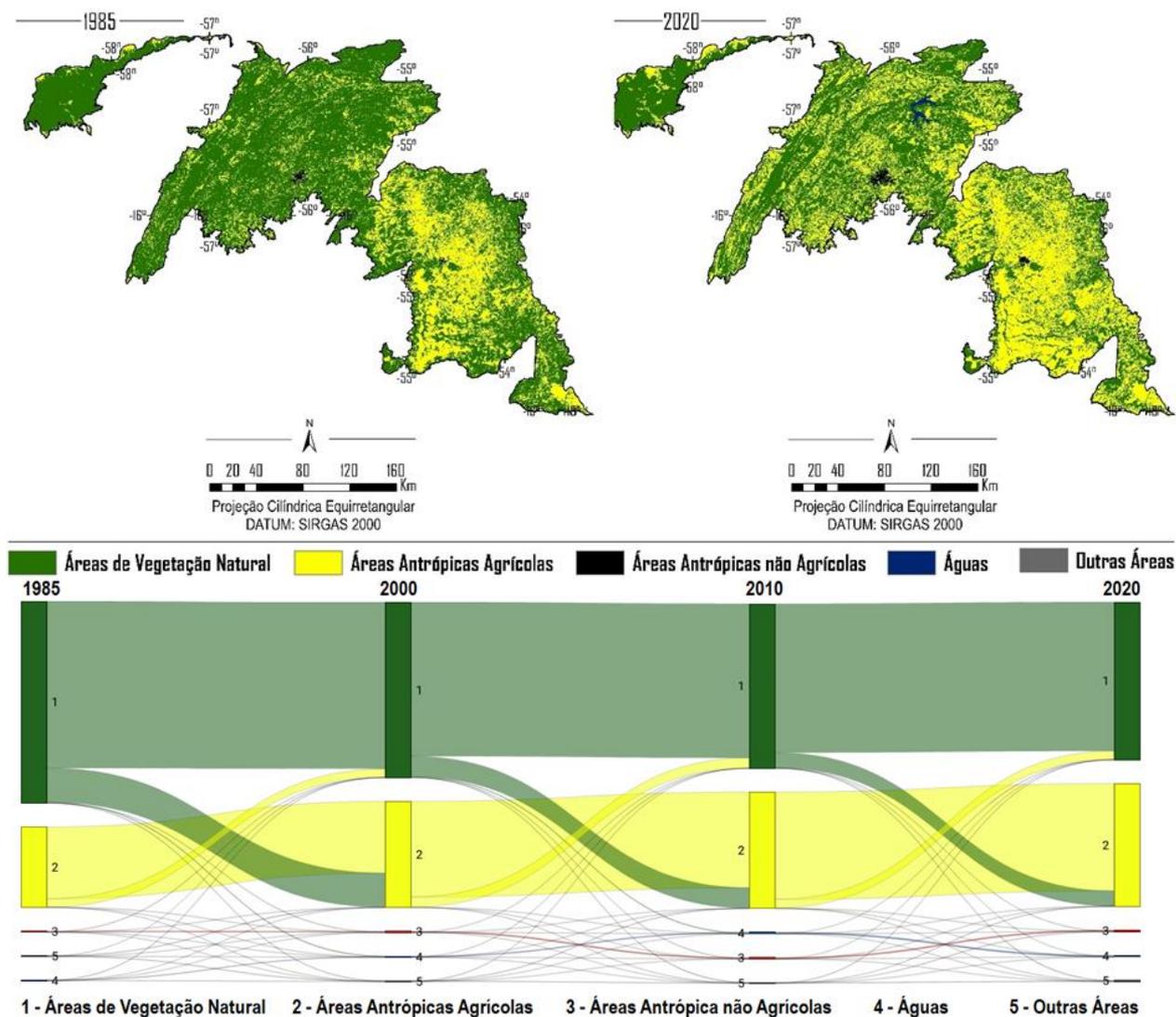


Figura 5 – Cobertura vegetal e uso da terra no bioma Cerrado e sua dinâmica de transição. Fonte: Os autores.

O bioma Cerrado, tido como um dos *hotspots* mundiais de biodiversidade (MYERS et al., 2000; MITTERMEIER et al., 2011), é um conjunto de fitofisionomias de Savana subdividida em quatro subgrupos de formação (Savana Florestada, Savana Arborizada, Savana Parque e Savana Gramíneo-Lenhosa) que ocorrem no Brasil Central, sendo apontada como a Savana tropical de maior diversidade biológica do planeta (EITEN, 1972; IBGE, 2012; COLLI; VIEIRA; DIANESE, 2020).

O Cerrado possui singularidades em relação aos aspectos físicos, bióticos, sociais e econômicos, o que o torna de importância estratégica para o Brasil no campo da segurança alimentar (BOLFE; SANO; CAMPOS, 2020). Segundo dados da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2018) e do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2018) no bioma ocorrem aproximadamente 45% da área agropecuária nacional, produzindo cerca de 35% do rebanho bovino, 52% da soja, 52% da cana-de-açúcar, 54% do milho e 96% do algodão.

Essa alta produção agropecuária resultou em mudanças em grande escala da paisagem do Cerrado brasileiro, estimativas apontam que aproximadamente metade da cobertura vegetal original do bioma foi suprimida para utilização antrópica (ROCHA et al., 2018), que também pode ser observada em sua área de ocorrência na BAP-MT (Figura 5).

No Pantanal a expansão das Áreas Antrópicas Agrícolas tem ocorrido de forma adensada nas bordas avançando para o interior do bioma (Figura 6). O bioma apresentou um comportamento singular nos padrões de mudança na cobertura e uso da terra em relação aos demais analisados. No Pantanal o crescimento de 6.040,22 km² (371%) da classe das Áreas Antrópicas Agrícolas não se deu pela conversão de Áreas de Vegetação Natural, que aumentaram 521,57 km² (1,21%), comportamento também não padrão aos biomas, durante o período de 1985 a 2020, indicando uma relação de mudança de uso da terra mais complexa.

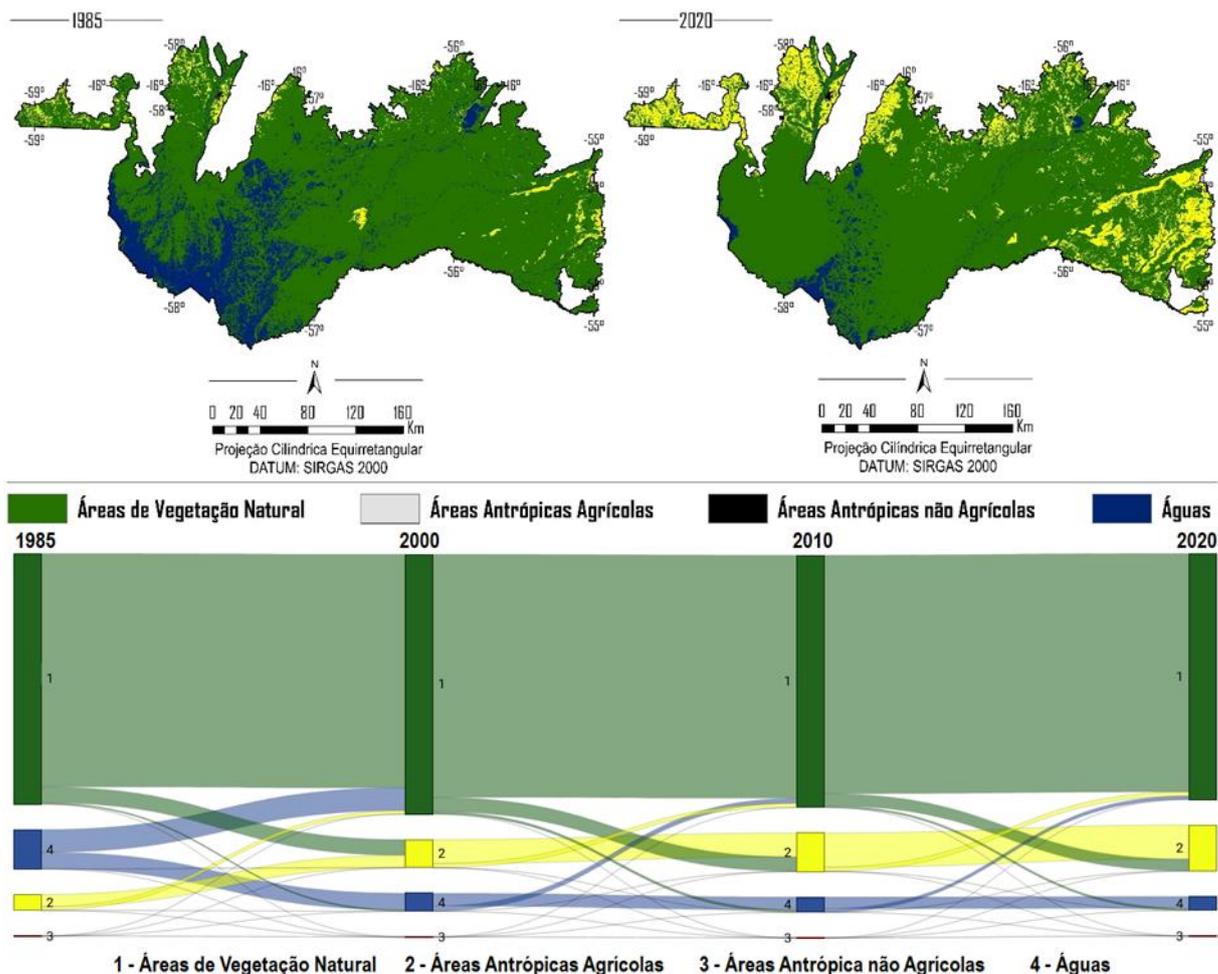


Figura 6 – Cobertura vegetal e uso da terra no bioma Pantanal e sua dinâmica de transição. Fonte: Os autores

Através da análise do diagrama de Sankey (Figura 6) é possível compreender que no bioma não ocorre a dinâmica da transição clássica de Áreas de Vegetação Natural para Áreas Antrópicas Agrícolas, observada na Amazônia e no Cerrado, pois há uma interferência da classe Águas, o que é compreensível em se tratando de uma área úmida. Uma explicação para tal processo de transição, representado na Figura 6, é que houve perdas de áreas inundadas que foram expostas como Áreas de Vegetação Natural e, posteriormente, agregadas as Áreas Antrópicas Agrícolas, fazendo com que não houvesse déficit de vegetação nativa. Apesar disso, a antropização merece atenção devido à alta fragilidade do ecossistema pantaneiro.

As áreas úmidas pantaneiras desempenham um papel fundamental na prestação de importantes serviços ambientais como a estocagem "periódica da água e a sua lenta devolução para os igarapés, córregos e rios conectados, reduzindo com isso a flutuação do nível da água e o perigo de enchentes e secas catastróficas; recarga dos aquíferos; retenção de sedimentos; purificação da água; fornecimento de água limpa; dessedentação de animais, silvestres e

domésticos; regulação do microclima; recreação; ecoturismo; manutenção da biodiversidade; estocagem de carbono orgânico; moradia para populações tradicionais; fornecimento de produtos" madeireiros e não madeireiros (fibras, plantas medicinais, frutas, etc.), pescados e produtos agropecuários (MATO GROSSO, 2021).

A principal atividade responsável pelas modificações no Pantanal é a pecuária de corte em sistema extensivo, uma vez que a agricultura é pouco praticada na região da planície devido às condições naturais que dificultam a realização da atividade, como às inundações periódicas e os solos de baixa fertilidade (HARRIS et al., 2006).

No bioma as comunidades tradicionais há séculos têm realizado a atividade de forma conservacionista, empregando estratégias que consideram as características dos habitats (CUNHA; JUNK, 2014). Entretanto, novos pecuaristas têm pressionado para uma intensificação e até mesmo mudança total do sistema de manejo do uso da terra. Um exemplo disso "é o aumento das solicitações de autorização junto a Secretaria de Estado de Meio Ambiente do Mato Grosso (SEMA-MT) para o desmate dos terraços não inundáveis e a substituição" das gramíneas nativas por exóticas para pastagens (CUNHA; JUNK, 2014). A introdução de espécies de gramíneas exóticas, tais como a *Brachiaria decumbens*, *Brachiaria humidicola* e *Brachiaria brizantha*, em ambientes frágeis, como é o caso do Pantanal, geram pressões de predação e competição com espécies nativas, como a *Axonopus purpusii*, *Hemarthria altissima*, *Hymenachne amplexicaulis*, *Leersia hexandra*, *Panicum dichotomiflorum*, *Steinchisma laxum*, *Paspalum plicatulum*, *Paspalum wrightii*, entre outras (MATO GROSSO, 2021), provocando a disseminação de parasitas e patógenos que têm como vetores os organismos exóticos, o que afeta a integridade dos ecossistemas ambientais pantaneiros (SANTOS et al., 2005; MARQUES et al., 2018).

Para compreender o ritmo do desflorestamento foram analisadas as taxas de desmatamento (Figura 7 e Tabela Apêndice 2). Na BAP-MT a taxa média de desmatamento de 1985 a 2020 foi de 1,57%/ano, enquanto que nos biomas Amazônia, Cerrado e Pantanal foi de 4,09%/ano, 1,58%/ano e 0,75%/ano, respectivamente.

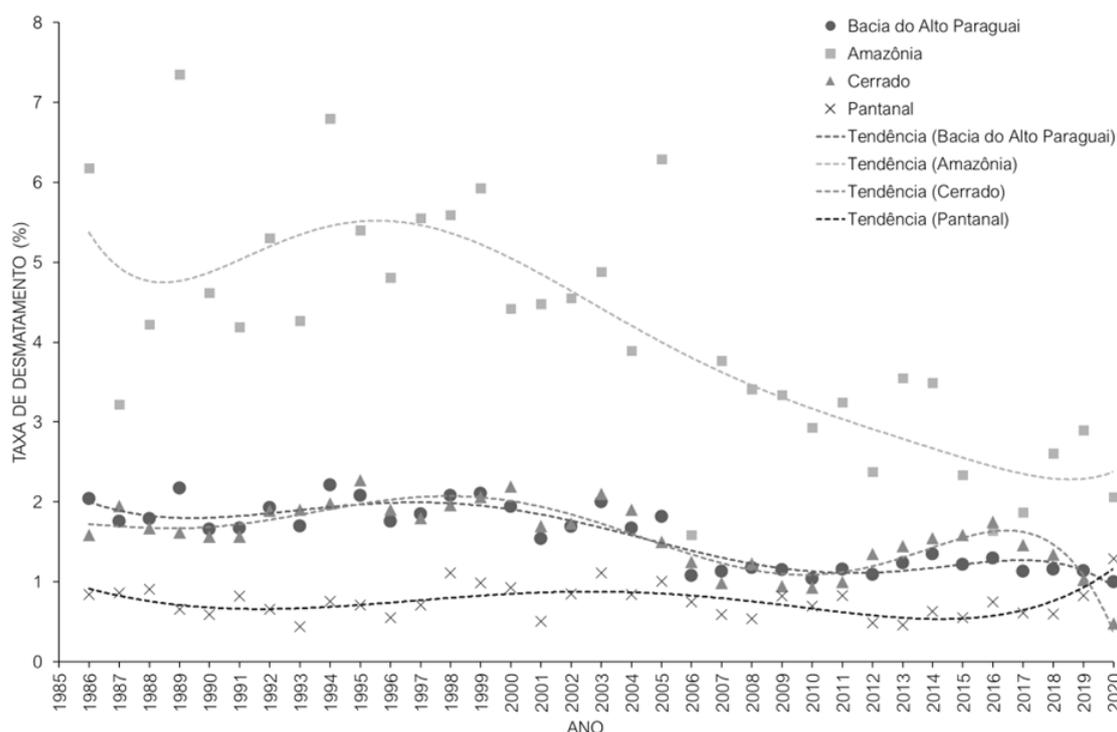


Figura 7 – Comportamento anual da taxa de desmatamento (%) na BAP-MT e de sua extensão nos biomas. Fonte: Os autores.

Quando examinado por período (quinquênio), nota-se que o comportamento das taxas de desmatamento na bacia e em seus biomas, com exceção do Pantanal, foi semelhante, de redução média de desflorestamento. No quinquênio inicial (1986-1990) a BAP-MT apresentou uma taxa média de desmatamento de 1,88%/ano que foi para 1,15%/ano no quinquênio final (2016-2020).

Nos biomas no quinquênio inicial (1986-1990) a Amazônia saiu de uma taxa média de desmatamento de 5,12%/ano para 2,22%/ano no quinquênio final (2016-2020). Acompanhando essa baixa no desmatamento, a taxa média no Cerrado foi de 1,68%/ano para 1,21%/ano no quinquênio final (2016-2020).

No Pantanal ocorreram as menores taxas de desmatamento, quando comparadas a BAP-MT e aos demais biomas. No bioma a taxa média de desmatamento foi de 0,77%/ano para 0,88%/ano do quinquênio inicial (1986-1990) para o final (2016-2020).

Os decréscimos das taxas anuais de desmatamento registrados nas áreas de planalto da BAP-MT (Amazônia e Cerrado) estão associados à queda nos preços das commodities e as taxas de câmbio desfavoráveis, intervenções políticas e acordos de mercado, fatores que são reflexos da crise econômica mundial vivida no período (NESPAD et al., 2014; ASSUNÇÃO; GANDOUR; ROCHA, 2015; FEARNSIDE, 2017; WIGGINS; METRICK, 2019; WEST; BÖRNER; FEARNSIDE, 2019; CARREIRO et al., 2020). Também podem ser citados como causas os Termos de Ajustamento de Conduta para frigoríficos (TAC da Carne) (GIBBS et al., 2015; BARRETO et al., 2017), a Moratória da Soja (GIBBS et al., 2015; RAUSCH; GIBBS, 2016) e a implementação de regulamentações para coibir a comercialização de madeira ilegal (BRASIL, 2008; CARVALHO et al., 2019).

Por outro lado, os aumentos recentes observados estão relacionados, dentre muitas causas, aos interesses dos exportadores brasileiros e dos produtores rurais, principalmente da pecuária extensiva e, mais recentemente, a pandemia de COVID-19 (SARS-CoV-2) iniciada em 2020 que contribuiu para elevação do preço das commodities, devido à alta demanda global associada ao valor de câmbio do dólar em comparação a moeda brasileira, tornando o cenário favorável à exportação (SIMOES et al., 2020).

No recente cenário de governança do Brasil (entre 2016 e 2022) as políticas públicas de cunho conservacionista não têm sido o viés adotado pelo Governo Federal haja vista os posicionamentos e declarações, amplamente difundidas na mídia mundial, pelos mandatários do poder executivo brasileiro e pelos Ministros do Meio Ambiente escolhidos para chefiar a pasta no governo, que tiveram papel fundamental na deterioração das políticas de controle e fiscalização do desmatamento no País e, em especial, na Amazônia (BARBOSA; ALVES; GRELLE, 2021), mostrando-se alinhados as pautas dos “ruralistas” da Frente Parlamentar do Agronegócio (FPA) que possuem forte bancada na Câmara dos Deputados e Senado Federal brasileiro (FERRANTE; FEARNSIDE, 2021).

Essa situação tem colocado o Brasil, que historicamente teve uma posição de signatário em questões ambientais, em difícil posição perante a União Europeia e mais recentemente os Estados Unidos. Isso se deve a crescente preocupação global com as questões climáticas globais e sua relação com a conservação ambiental no Brasil (RAJÃO et al., 2020).

Com o recente incremento do desmatamento no Brasil nos últimos anos (INPE, 2020), diversos países estão considerando a imposição de sanções econômicas sobre as *commodities* agropecuárias como resposta ao descontrole no desmatamento (THE NEW YORK TIMES, 2020), o que acarretaria em um impacto negativo na economia do país.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desmatamento na Bacia Hidrográfica do Alto Paraguai em Mato Grosso ocorre de forma heterogênea, com maior intensidade nos biomas localizados na região de planalto (Amazônia e Cerrado). Nessa região, a situação pode ser considerada crítica, uma vez que as Áreas Antrópicas Agrícolas superam as Áreas de Vegetação Natural. Na área de planície pantaneira observou-se tendência de aumento nas taxas médias de desmatamento.

Diante disso, um dos principais desafios para a conservação da paisagem da Bacia Hidrográfica do Alto Paraguai em Mato Grosso é conciliar as atividades agropecuárias com a conservação ambiental, especialmente nas áreas de planalto que possuem menos políticas de proteção ambiental.

Nesse contexto, dados como o da presente pesquisa são fundamentais para apoiar o processo de planejamento territorial, especialmente em uma região extensa e ambientalmente complexa como a Bacia Hidrográfica do Alto Paraguai, além de contribuir para o desenvolvimento de pesquisas no bioma Pantanal, consideradas incipiente quando comparadas aos biomas Amazônia e Cerrado presente na BAP.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES), na forma de bolsa de pesquisa concedida ao autor.

REFERÊNCIAS

ABREU, S. **Planejamento governamental: a SUDECO no "Espaço Mato-Grossense"**. Contexto, propósitos e contradições. 2001. 351 f. Tese (Doutorado em Geografia Humana), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

ANA. Agência Nacional de Águas. **Plano de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica Paraguai – PRH Paraguai**: Resumo Executivo. Brasília: ANA, 2017. 180 p.

ARTAXO, P. Working together for Amazonia. **Science**, v. 363, n. 6425, p. 323-323, 2019.

ASSUNÇÃO, J.; GANDOUR, C.; ROCHA, R. Deforestation slowdown in the Brazilian Amazon: prices or policies? **Environment and Development Economics**, v. 20, n. 6, p. 697-722, 2015.

AVISSAR, R.; SILVA DIAS, P. L.; SILVA DIAS, M. A.; NOBRE, C. The large- scale biosphere- atmosphere experiment in Amazonia (LBA): Insights and future research needs. **Journal of Geophysical Research: Atmospheres**, v. 107, n. D20, p. 1-6, 2002.

BARBOSA, L. G.; ALVES, M. A. S.; GRELLE, C. E. V. Actions against sustainability: Dismantling of the environmental policies in Brazil. **Land use policy**, v. 104, p. 105384, 2021.

BARRETO, P.; PEREIRA, R.; BRANDÃO, A.; BAIMA, S. **Os frigoríficos vão ajudar a zerar o desmatamento da Amazônia?** Belém: Imazon, 2017. 158 p.

BEZERRA, F. G. S.; DE TOLEDO, P. M.; VON RANDOW, C.; AGUIAR, A. P. D.; LIMA, P. V. P. S.; DOS ANJOS, L. J. S.; BEZERRA, K. R. A. Spatio-temporal analysis of dynamics and future scenarios of anthropic pressure on biomes in Brazil. **Ecological Indicators**, v. 137, p. 108749, 2022.

BOLFE, É. L.; SANO, E. E.; CAMPOS, S. K. **Dinâmica agrícola no Cerrado: análises e projeções**. Brasília: Embrapa, 2020. 312 p.

BRASIL. Presidência da República. 2008. **Decreto n. 6.514, de 22 de julho de 2008**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2008/Decreto/D6514.htm>. Acessado em: 22 de março de

2023.

BRASIL. Presidência da República. 1988. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm>. Acessado em: 14 de abril de 2023.

BRASIL. Ministério do Planejamento e Orçamento. **Bases para um programa de desenvolvimento integrado da Região Centro-Oeste (Ações do Governo Federal no Centro-Oeste)**. Brasília: Univera/Universidade Católica de Brasília, 1997. 107 p.

CAMPOLINA, B. Population Growth and Urbanization in the Brazilian Cerrado. In: HOSONO, A.; HAMAGUCHI, N.; BOJANIC, A. (Org.). **Innovation with Spatial Impact: Sustainable Development of the Brazilian Cerrado**. Berlin: Springer, 2019. p. 163-188.

CARRERO, G. C.; FEARNSIDE, P. M.; DO VALLE, D. R.; DE SOUZA ALVES, C. Deforestation trajectories on a development frontier in the Brazilian Amazon: 35 years of settlement colonization, policy and economic shifts, and land accumulation. **Environmental management**, v. 66, n. 6, p. 966-984, 2020.

CARVALHO, W. D.; MUSTIN, K.; HILÁRIO, R. R.; VASCONCELOS, I. M.; EILERS, V.; FEARNSIDE, P. M. Deforestation control in the Brazilian Amazon: A conservation struggle being lost as agreements and regulations are subverted and bypassed. **Perspectives in Ecology and Conservation**, v. 17, n. 3, p. 122-130, 2019.

COLLI, G. R.; VIEIRA, C. R.; DIANESE, J. C. Biodiversity and conservation of the Cerrado: recent advances and old challenges. **Biodiversity and Conservation**, v. 29, n. 5, p. 1465-1475, 2020.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. 2018. **Safras Grãos: série histórica, 2018**. Disponível em: <<https://portaldeinformacoes.conab.gov.br/produtos-360.html>>. Acessado em: 16 de abril de 2023.

CRUZ, C. L. Z.; CRUZ, C. B. M. Validação da exatidão temática da cobertura e uso da terra representada através do MapBiomas no Rio de Janeiro. **GEOgraphia**, v. 23, n. 50, p. 1-13. 2021.

CUBA, N. Research note: Sankey diagrams for visualizing land cover dynamics. **Landscape and Urban Planning**, v. 139, p. 163-167, 2015.

CUNHA, C. N.; JUNK, W. J. Classificação dos Macrohabitats do Pantanal Mato Grossense. In: CUNHA, C. N.; PIEDADE, M. T. F.; JUNK, W. J. (Org.). **Classificação e delineamento das áreas úmidas brasileira e de seus macrohabitats**. Cuiabá: EdUFMT, 2014. p. 77-122.

DOMINGUES, M. S.; BERMANN, C. O arco de desflorestamento na Amazônia: da pecuária à soja. **Ambiente & sociedade**, v. 15, p. 1-22, 2012.

ESRI. **ArcGIS Desktop**: release 10.8.1. Redlands, CA: Environmental Systems Research Institute, 2018.

EITEN, G. The cerrado vegetation of Brazil. **The Botanical Review**, v. 38, n. 2, p. 201-341, 1972.

FAO. Food and Agriculture Organization. **The future of food and agriculture: Trends and challenges**. Rome: FAO, 2017. 160 p.

FEARNSIDE, P. 2017. **Business as Usual: A Resurgence of Deforestation in the Brazilian Amazon**. Disponível em: <<https://e360.yale.edu/features/business-as-usual-a-resurgence-of-deforestation-in-the-brazilian-amazon>>. Acessado em: 04 de maio de 2023.

FEARNSIDE, P. M. Conservation policy in Brazilian Amazonia: understanding the dilemmas. **World development**, v. 31, n. 5, p. 757-779, 2003.

FERRANTE, L.; FEARNSIDE, P. M. Brazil's political upset threatens Amazonia. **Science**, v. 371, n. 6532, p. 898-898, 2021.

FERRAZ-ALMEIDA, R.; DA MOTA, R. P. Routes of Soil Uses and Conversions with the Main Crops in Brazilian Cerrado: A Scenario from 2000 to 2020. **Land**, v. 10, n. 11, p. 1135, 2021.

GIBBS, H. K.; MUNGER, J.; L'ROE, J.; BARRETO, P.; PEREIRA, R.; CHRISTIE, M.; AMARAL, T.;

WALKER, N. F. Did ranchers and slaughterhouses respond to zero- deforestation agreements in the Brazilian Amazon? **Conservation Letters**, v. 9, n. 1, p. 32-42, 2015.

GIBBS, H. K.; RAUSCH, L.; MUNGER, J.; SCHELLY, I.; MORTON, D. C.; NOOJIPADY, P.; SOARES-FILHO, B.; BARRETO, P.; MICOL, L.; WALKER, N. F. Brazil's soy moratorium. **Science**, v. 347, n. 6220, p. 377-378, 2015.

HARGRAVE, J.; KIS-KATOS, K. Economic causes of deforestation in the Brazilian Amazon: a panel data analysis for the 2000s. **Environmental and Resource Economics**, v. 54, n. 4, p. 471-494, 2013.

HARRIS, M. B.; ARCÂNGELO, C.; PINTO, E. C.; CAMARGO, G.; RAMOS-NETO, M. B.; SILVA, S. M. Estimativa da perda de cobertura vegetal original na Bacia do Alto Paraguai e Pantanal brasileiro: ameaças e perspectivas. **Natureza & Conservação**, v. 4, n. 2, p. 50-66, 2006.

HOUGHTON, R. A.; SKOLE, D. L.; NOBRE, C. A.; HACKLER, J. L.; LAWRENCE, K. T.; CHOMENTOWSKI, W. K. Annual fluxes of carbon from deforestation and regrowth in the Brazilian Amazon. **Nature**, v. 403, n. 6767, p. 301-304, 2000.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2010. **Censo Demográfico – 2010**. Disponível em: <<https://censo2010.ibge.gov.br/>>. Acessado em: 14 de janeiro de 2023.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira**. Rio de Janeiro: IBGE, 2012. 271 p.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2018. **Produção agrícola e pecuária municipal: censo agropecuário, produção e extração vegetal da silvicultura, 2018**. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/home/pms/brasil>>. Acessado em: 13 de fevereiro de 2023.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual Técnico de Uso da Terra**. Rio de Janeiro: IBGE, 2013. 170 p.

INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. 2020. **PRODES: Monitoramento da Floresta Amazônica Brasileira por Satélite**. Disponível em: <<http://www.obt.inpe.br/OBT/assuntos/programas/amazonia/prodes>>. Acessado em: 08 de maio de 2023.

LOURENÇONI, T.; DA SILVA JUNIOR, C. A.; LIMA, M.; TEODORO, P. E.; PELISSARI, T. D.; DOS SANTOS, R. G.; TEODORO, L. P. R.; LUZ, I. M.; ROSSI, F. S. Advance of soy commodity in the southern Amazonia with deforestation via PRODES and ImazonGeo: a moratorium-based approach. **Scientific Reports**, v. 11, n. 1, p. 1-20, 2021.

MACEDO, M. N.; DEFRIES, R. S.; MORTON, D. C.; STICKLER, C. M.; GALFORD, G. L.; SHIMABUKURO, Y. E. Decoupling of deforestation and soy production in the southern Amazon during the late 2000s. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 109, n. 4, p. 1341-1346, 2012.

MACHADO, T. M.; NEVES, S. M. A. S.; GALVANIN, E. A. S.; NEVES, R. J. Geotecnologias e análise multivariada para investigação da tipologia do uso agropecuário do estado de Mato Grosso. **Geo UERJ**, n. 33, p. 34195, 2018.

MAPBIOMAS. Projeto de Mapeamento Anual do Uso e Cobertura da Terra no Brasil. 2022. **Estatísticas – 2022**. Disponível em: <<https://mapbiomas.org/estatisticas>>. Acessado em: 07 de janeiro de 2023.

MAPBIOMAS. Projeto de Mapeamento Anual do Uso e Cobertura da Terra no Brasil. 2021. **Projeto MapBiomas – Coleção 6 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso de Solo do Brasil**. Disponível em: <<https://plataforma.mapbiomas.org/>>. Acessado em: 13 de janeiro de 2023.

MARQUES, D. K. S.; SILVA, J. C. B.; OLIVEIRA M. D.; MATTHIENSEN, A.; IEDE, E. T.; LISITA, F. O.; GERHARD, P.; SANTOS, S. A.; PENTEADO, S. R. C.; SALIS, S. M.; ABREU, U. G. P.; REIS, V. D. A. Espécies exóticas: uso econômico, controle e redução de impactos. In: VILELA, G.; BENTES, M. P. M.; OLIVEIRA, Y. M. M.; MARQUES, D. K. S.; SILVA, J. C. B. (Org.). **Vida terrestre: contribuições da Embrapa**. Brasília: Embrapa, 2018. p. 97-106.

MATO GROSSO. 2021. **Diário Oficial do Estado de Mato Grosso – Decreto n. 785, de 18 de janeiro de 2021.** Disponível em: <<https://www.iomat.mt.gov.br/porta/visualizacoes/html/16172/#e:16172/#m:1217271>>. Acessado em: 07 de junho de 2023.

MITTERMEIER, R. A.; TURNER, W. R.; LARSEN, F. W.; BROOKS, T. M.; GASCON, C. Global biodiversity conservation: the critical role of hotspots. In: ZACHOS, F. E.; HABEL, J. C. (Org.). **Biodiversity hotspots: distribution and protection of conservation priority areas.** Berlin: Springer, 2011. p. 3-22.

MMA. Ministério do Meio Ambiente. 2020. **Reserva da Biosfera.** Disponível em: <<https://antigo.mma.gov.br/areas-protegidas/instrumentos-de-gestao/reserva-da-biosfera.html>>. Acessado em: 17 de junho de 2023.

MMA. Ministério do Meio Ambiente. 2022. **Amazônia.** Disponível em: <<https://antigo.mma.gov.br/biomas/amaz%C3%B4nia.html>>. Acessado em: 09 de maio de 2023.

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

NEPSTAD, D.; MCGRATH, D.; STICKLER, C.; ALENCAR, A.; AZEVEDO, A.; SWETTE, B.; BEZERRA, T.; DIGIANO, M.; SHIMADA, J.; DA MOTA, R. S.; ARMIJO, E.; CASTELLO, L.; BRANDO, P.; HANSEN, M. C.; MCGRATH-HORN, M.; CARVALHO, O.; HESS, L. Slowing Amazon deforestation through public policy and interventions in beef and soy supply chains. **Science**, v. 344, n. 6188, p. 1118-1123, 2014.

OLIVEIRA, A. A. Análise dos impactos das políticas de desenvolvimento regional na Bacia do Alto Paraguai. **Ensaio e Ciência: Ciências Biológicas, Agrárias e da Saúde**, v. 6, n. 3, p. 13-37, 2002.

PICOLI, M. C. A.; CAMARA, G.; SANCHES, I.; SIMÕES, R.; CARVALHO, A.; MACIEL, A.; COUTINHO, A.; ESQUERDO, J.; ANTUNES, J.; BEGOTTI, R. A.; ARVOR, D.; ALMEIDA, C. Big earth observation time series analysis for monitoring Brazilian agriculture. **ISPRS journal of photogrammetry and remote sensing**, v. 145, p. 328-339, 2018.

PICOLI, M. C.; RORATO, A.; LEITÃO, P.; CAMARA, G.; MACIEL, A.; HOSTERT, P.; SANCHES, I. D. A. Impacts of public and private sector policies on soybean and pasture expansion in Mato Grosso—Brazil from 2001 to 2017. **Land**, v. 9, n. 1, p. 20, 2020.

PUYRAVAUD, J. P. Standardizing the calculation of the annual rate of deforestation. **Forest ecology and management**, v. 177, p. 593-596, 2003.

RAJÃO, R.; SOARES-FILHO, B.; NUNES, F.; BÖRNER, J.; MACHADO, L.; ASSIS, D.; OLIVEIRA, A.; PINTO, L.; RIBEIRO, V.; RAUSCH, L.; BIBBS, H.; FIGUEIRA, D. The rotten apples of Brazil's agribusiness. **Science**, v. 369, n. 6501, p. 246-248, 2020.

RAUSCH, L. L.; GIBBS, H. K. Property arrangements and soy governance in the Brazilian state of Mato Grosso: Implications for deforestation-free production. **Land**, v. 5, n. 2, p. 7, 2016.

ROCHA, E. C.; BRITO, D.; SILVA, P. M.; SILVA, J.; BERNARDO, P. V. S.; JUEN, L. Effects of habitat fragmentation on the persistence of medium and large mammal species in the Brazilian Savanna of Goiás State. **Biota Neotropica**, v. 18, p. 1-9, 2018.

SANTOS, S. A.; CRISPIM, S. M. A.; COMASTRI FILHO, J. A.; POTT, A.; CARDOSO, E. L. **Substituição de Pastagens Nativa de Baixo Valor Nutritivo por Forrageiras de Melhor Qualidade no Pantanal.** Corumbá: Embrapa, 2005. 5 p.

SCHMIDT, M. The Sankey diagram in energy and material flow management: part II: methodology and current applications. **Journal of industrial ecology**, v. 12, n. 2, p. 173-185, 2008.

SILVA, A. **Geomorfologia do megaleque do Rio Paraguai, quaternário do pantanal mato-grossense, centro-oeste do Brasil.** 2010. 127 f. Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente), Universidade Estadual Paulista, Rio Claro/SP, 2010.

SILVA, D.; GALVANIN, E. A. S.; MENEZES, R. Spatio-temporal analysis of land use/land cover change dynamics in Paraguai/Jauquara Basin, Brazil. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 194, n. 6, p. 1-20, 2022.

SIMÕES, R.; PICOLI, M. C.; CAMARA, G.; MACIEL, A.; SANTOS, L.; ANDRADE, P. R.; SÁNCHEZ, A.; FERREIRA, K.; CARVALHO, A. Land use and cover maps for Mato Grosso State in Brazil from 2001 to 2017. **Scientific Data**, v. 7, n. 1, p. 1-10, 2020.

SOARES-FILHO, B. S.; NEPSTAD, D. C.; CURRAN, L.; CERQUEIRA, G. C.; GARCIA, R. A.; RAMOS, C. A.; VOLL, E.; MCDONALD, A.; LEFEBVRE, P.; SCHLESINGER, P.; MCGRATH, D. Cenários de desmatamento para a Amazônia. **Estudos Avançados**, v. 19, p. 137-152, 2005.

SOUZA JR, C. M.; Z. SHIMBO, J.; ROSA, M. R.; PARENTE, L. L.; A. ALENCAR, A.; RUDORFF, B. F.; HASENACK, H.; MATSUMOTO, M.; FERREIRA, L. G.; SOUZA-FILHO, P. W. M.; OLIVEIRA, S. W.; ROCHA, W. F.; ANTÔNIO V. FONSECA, A. V.; MARQUES, C. B.; DINIZ, C. G.; COSTA, D.; MONTEIRO, D.; ROSA, E. R.; VÉLEZ-MARTIN, E.; WEBER, E. J.; LENTI, F. E. B.; PATERNOS, F. P.; PAREYN, F. G. C.; SIQUEIRA, J. V.; VIERA, J. L.; FERREIRA NETO, L. C.; SARAIVA, M. M.; SALES, M. H.; SALGADO, M. P. G.; VASCONCELOS, R.; GALANO, S.; MESQUITA, V. V. AZEVEDO, T. Reconstructing three decades of land use and land cover changes in brazilian biomes with landsat archive and earth engine. **Remote Sensing**, v. 12, n. 17, p. 2735, 2020.

STEPANOV, O.; CÂMARA, G.; VERSTEGEN, J. A. Quantifying the effect of land use change model coupling. **Land**, v. 9, n. 2, p. 52, 2020.

THE NEW YORK TIMES. 2020. **A Amazônia queimar novamente**. Disponível em: <<https://www.nytimes.com/pt/2020/05/27/opinion/international-world/amazonia-bolsonaro-queimas.html>>. Acessado em: 11 de abril de 2023.

WEST, T. A. P.; BÖRNER, J.; FEARNSIDE, P. M. Climatic benefits from the 2006–2017 avoided deforestation in Amazonian Brazil. **Frontiers in Forests and Global Change**, v. 2, p. 52, 2019.

WIGGINS, R.; METRICK, A. The Lehman Brothers Bankruptcy H: The global contagion. **Yale Program on Financial Stability Case Study**, v. 1, p. 172-1999, 2014.

ZHANG, B.; WANG, Y.; LI, J.; ZHENG, L. Degradation or Restoration? The Temporal-Spatial Evolution of Ecosystem Services and Its Determinants in the Yellow River Basin, China. **Land**, v. 11, n. 6, p. 863, 2022.

APÊNDICES

Tabela 1 – Dinâmica temporal das classes de cobertura vegetal e usos da terra na BAP-MT e de sua extensão nos biomas.

Bacia Hidrográfica do Alto Paraguai					
Ano	Área (km ²)				
	Áreas de Vegetação Natural	Áreas Antrópicas Agrícolas	Áreas Antrópicas não Agrícolas	Águas	Outras Áreas
1985	124280,39	40112,03	267,30	9207,88	515,32
1986	123465,29	41711,47	302,68	8539,85	363,63
1987	123752,47	43083,76	319,69	6911,82	315,18
1988	119963,55	44522,12	334,56	9220,06	342,63
1989	118766,83	46464,38	349,26	8452,63	349,82
1990	117866,65	47667,41	361,18	8148,44	339,24
1991	116128,90	48865,92	374,12	8680,20	333,78
1992	114817,54	50454,48	387,49	8380,28	343,13
1993	112805,59	51625,45	395,85	9184,91	371,12

1994	114445,20	53543,62	405,27	5621,19	367,64
1995	111571,01	55055,58	411,85	6996,90	347,58
1996	111231,00	56105,55	417,63	6290,49	338,25
1997	109380,67	57436,04	427,47	6807,21	331,53
1998	108724,98	59056,85	436,15	5831,15	333,79
1999	107241,90	60750,27	446,20	5612,63	331,92
2000	106207,88	62221,13	458,53	5162,15	333,23
2001	105272,89	63191,15	464,93	5117,63	336,32
2002	104085,63	64165,50	478,29	5323,20	330,30
2003	103884,21	65326,35	484,23	4357,41	330,72
2004	103440,49	66116,63	495,41	3999,39	331,00
2005	101635,35	66938,13	501,62	4984,21	323,61
2006	100417,96	67380,24	508,07	5759,75	316,90
2007	100622,45	67468,00	516,01	5463,58	312,88
2008	100917,55	67834,25	526,41	4802,77	301,94
2009	101250,52	68157,41	536,03	4145,38	293,58
2010	101208,02	68280,47	547,82	4058,84	287,77
2011	100564,31	68514,85	560,57	4460,41	282,78
2012	101568,78	68601,31	574,16	3351,39	287,28
2013	101344,73	68899,53	593,42	3255,78	289,46
2014	99993,06	69376,44	606,35	4110,26	296,81
2015	100199,57	69554,50	616,60	3720,70	291,55
2016	100197,59	69781,94	626,91	3485,90	290,58
2017	99618,88	69958,37	636,66	3880,69	288,32
2018	98972,33	70302,06	648,06	4167,33	293,14
2019	99195,79	70495,98	659,46	3739,69	292,00
2020	99636,61	70894,45	663,67	2890,23	297,96

Bioma Amazônia

Ano	Área (km ²)				
	Áreas de Vegetação Natural	Áreas Antrópicas Agrícolas	Áreas Antrópicas não Agrícolas	Águas	Outras Áreas
1985	19293,80	14885,26	38,85	119,72	-
1986	19088,07	15082,20	44,14	123,22	-
1987	18970,85	15210,07	44,91	111,80	-
1988	18490,45	15664,34	47,35	135,49	-
1989	17364,68	16797,35	48,87	126,73	-
1990	16914,05	17243,35	50,24	129,99	-
1991	16544,57	17602,12	51,51	139,43	-
1992	16018,44	18126,10	52,30	140,79	-
1993	15790,19	18350,88	52,91	143,65	-
1994	15045,15	19106,25	53,81	132,42	-
1995	14693,08	19447,58	55,55	141,42	-
1996	14326,00	19810,23	56,45	144,95	-
1997	13858,14	20285,51	57,97	136,01	-
1998	13310,26	20834,39	59,83	133,15	-
1999	12707,18	21426,64	61,09	142,72	-
2000	12416,77	21760,90	62,00	97,96	-
2001	12070,33	22111,82	61,98	92,50	-

2002	11757,60	22415,68	63,67	100,68	-
2003	11415,90	22756,29	64,39	101,05	-
2004	11311,21	22862,66	65,37	98,39	-
2005	11148,84	23027,38	67,98	95,43	-
2006	11056,26	23115,12	66,65	99,60	-
2007	10978,30	23195,42	67,37	96,54	-
2008	10760,22	23410,51	68,42	98,48	-
2009	10575,95	23598,84	69,59	93,25	-
2010	10488,27	23671,95	71,56	105,85	-
2011	10420,21	23739,15	72,63	105,64	-
2012	10532,80	23623,86	74,79	106,18	-
2013	10466,25	23697,27	76,66	97,45	-
2014	10330,90	23831,13	78,34	97,26	-
2015	10481,90	23676,19	78,88	100,66	-
2016	10702,94	23453,32	80,12	101,25	-
2017	10811,75	23343,82	81,04	101,02	-
2018	10728,05	23428,20	82,33	99,05	-
2019	10692,81	23458,91	83,18	102,73	-
2020	10759,39	23398,25	83,46	96,53	-

Bioma Cerrado

Ano	Área (km ²)				
	Áreas de Vegetação Natural	Áreas Antrópicas Agrícolas	Áreas Antrópicas não Agrícolas	Águas	Outras Áreas
1985	61980,99	23589,53	207,18	214,32	515,18
1986	61049,00	24635,32	235,06	224,28	363,54
1987	60202,94	25503,05	251,01	235,18	315,02
1988	59429,74	26228,23	262,69	243,93	342,61
1989	58751,64	26886,93	275,37	243,45	349,81
1990	58133,18	27501,60	284,98	248,20	339,24
1991	57493,82	28124,43	295,58	259,62	333,75
1992	56690,10	28904,67	307,68	261,71	343,04
1993	55881,30	29676,95	314,96	262,98	371,01
1994	55022,24	30536,06	323,22	258,13	367,55
1995	54040,33	31528,00	327,49	263,73	347,65
1996	53311,99	32265,32	331,65	259,87	338,37
1997	52606,50	32974,26	339,30	255,59	331,55
1998	51878,32	33695,80	345,84	253,44	333,80
1999	51076,77	34493,64	354,40	250,44	331,95
2000	50118,71	35333,21	365,68	356,32	333,28
2001	49530,52	35856,73	370,91	412,62	336,42
2002	48938,95	36341,19	383,54	513,20	330,32
2003	48390,05	36878,38	388,60	519,45	330,72
2004	47878,60	37377,04	398,54	522,16	330,86
2005	47547,90	37708,53	403,92	523,20	323,65
2006	47386,25	37866,36	409,29	528,33	316,97
2007	47431,50	37819,56	416,36	526,84	312,94
2008	47304,63	37948,41	425,26	526,96	301,94
2009	47351,73	37900,22	433,23	528,43	293,59

2010	47390,01	37858,14	442,90	528,38	287,77
2011	47414,82	37832,56	453,70	523,30	282,82
2012	47235,10	37998,53	465,15	521,14	287,28
2013	46971,99	38244,17	482,29	519,27	289,48
2014	46598,94	38597,54	492,95	520,94	296,83
2015	46173,63	39016,05	502,59	523,33	291,60
2016	45737,00	39444,63	511,47	523,52	290,58
2017	45510,81	39663,27	520,09	524,69	288,34
2018	45371,42	39793,69	529,87	519,02	293,20
2019	45401,95	39756,50	540,26	516,49	292,00
2020	45351,78	39811,13	544,27	502,13	297,89
Bioma Pantanal					
Ano	Área (km ²)				
	Áreas de Vegetação Natural	Áreas Antrópicas Agrícolas	Áreas Antrópicas não Agrícolas	Águas	Outras Áreas
1985	42961,31	1628,06	21,26	8854,42	-
1986	43284,71	1984,17	23,47	8172,70	-
1987	44534,15	2360,77	23,83	6546,30	-
1988	42000,80	2619,65	24,47	8820,13	-
1989	42606,14	2770,01	24,95	8063,95	-
1990	42775,38	2912,20	25,87	7751,60	-
1991	42047,40	3128,61	26,97	8262,07	-
1992	42067,01	3412,21	27,46	7958,37	-
1993	41092,63	3585,45	27,96	8759,01	-
1994	44335,22	3888,38	28,21	5213,24	-
1995	42795,96	4066,72	28,66	6573,71	-
1996	43551,13	4016,68	29,33	5867,91	-
1997	42874,53	4162,49	30,10	6397,93	-
1998	43495,14	4512,78	30,40	5426,73	-
1999	43416,55	4816,05	30,59	5201,86	-
2000	43629,92	5113,06	30,72	4691,35	-
2001	43629,55	5208,34	30,89	4596,27	-
2002	43346,52	5394,02	30,93	4693,58	-
2003	44036,25	5676,46	31,14	3721,20	-
2004	44208,03	5861,25	31,50	3364,27	-
2005	42897,79	6186,19	31,57	4349,50	-
2006	41934,55	6382,56	31,97	5115,97	-
2007	42171,87	6436,59	32,13	4824,46	-
2008	42812,26	6458,75	32,64	4161,40	-
2009	43281,88	6641,64	33,13	3508,40	-
2010	43288,33	6733,68	33,28	3409,76	-
2011	42687,94	6926,49	34,14	3816,48	-
2012	43759,02	6962,29	34,14	2709,60	-
2013	43863,83	6941,57	34,36	2625,29	-
2014	43021,97	6931,08	35,00	3477,00	-
2015	43501,99	6845,51	35,01	3082,54	-
2016	43715,82	6867,47	35,26	2846,50	-
2017	43254,18	6934,83	35,40	3240,64	-

2018	42830,84	7063,62	35,71	3534,88	-
2019	43059,15	7263,79	35,94	3106,17	-
2020	43482,88	7668,28	35,90	2277,99	-

(-) Ausência da classe. Fonte: Os autores (2023).

Tabela 2 – Taxa de desmatamento na BAP-MT e de sua extensão nos biomas.

Ano	Taxa de Desmatamento (%)			
	BAP-MT	Amazônia	Cerrado	Pantanal
1985-1986	2,04	6,18	1,59	0,84
1986-1987	1,76	3,22	1,95	0,86
1987-1988	1,79	4,22	1,67	0,91
1988-1989	2,17	7,35	1,62	0,66
1989-1990	1,66	4,62	1,57	0,59
1990-1991	1,67	4,19	1,57	0,82
1991-1992	1,93	5,30	1,89	0,66
1992-1993	1,70	4,27	1,90	0,44
1993-1994	2,21	6,80	1,98	0,76
1994-1995	2,08	5,40	2,27	0,71
1995-1996	1,76	4,81	1,90	0,55
1996-1997	1,85	5,55	1,80	0,71
1997-1998	2,08	5,59	1,96	1,11
1998-1999	2,11	5,93	2,06	0,99
1999-2000	1,94	4,42	2,19	0,93
2000-2001	1,54	4,48	1,70	0,51
2001-2002	1,69	4,55	1,73	0,85
2002-2003	2,00	4,88	2,10	1,11
2003-2004	1,67	3,89	1,90	0,84
2004-2005	1,82	6,29	1,50	1,01
2005-2006	1,08	1,59	1,25	0,75
2006-2007	1,13	3,77	0,99	0,59
2007-2008	1,18	3,41	1,23	0,54
2008-2009	1,15	3,34	0,95	0,82
2009-2010	1,04	2,93	0,93	0,70
2010-2011	1,16	3,25	1,00	0,83
2011-2012	1,09	2,38	1,35	0,49
2012-2013	1,24	3,55	1,45	0,46
2013-2014	1,35	3,49	1,55	0,63
2014-2015	1,22	2,34	1,59	0,55
2015-2016	1,30	1,64	1,75	0,75
2016-2017	1,13	1,87	1,46	0,61
2017-2018	1,16	2,61	1,34	0,60
2018-2019	1,14	2,90	1,03	0,83
2019-2020	1,00	2,06	0,48	1,29

Fonte: Os autores (2023).