

DESMATAMENTO E RECUPERAÇÃO FLORESTAL NO CERRADO BRASILEIRO: UMA ANÁLISE À LUZ DA TEORIA DA TRANSIÇÃO FLORESTAL

DEFORESTATION AND FOREST RECOVERY IN THE BRAZILIAN CERRADO: ANALYZING THE BIOME THROUGH THE LENS OF FOREST TRANSITION THEORY

DEFORESTACIÓN Y RECUPERACIÓN FORESTAL EN EL CERRADO BRASILEÑO: UN ANÁLISIS A LA LUZ DE LA TEORÍA DE LA TRANSICIÓN FORESTAL

Rafael Facanali Castro¹
Cassiano Bragagnolo²
Ricardo Muniz Simões³

Resumo

O Cerrado ocupa cerca de 23% do território brasileiro e vem sofrendo profundas transformações causadas principalmente pela expansão agropecuária e pela perda de vegetação nativa. Este estudo avalia o bioma à luz da Teoria da Transição Florestal (TTF), que interpreta as mudanças na cobertura florestal com base em fatores econômicos, sociais e ambientais. Utilizando dados do MapBiomas (1985–2023) e literatura especializada, analisam-se os estágios da transição florestal no Cerrado, indicando que a maior parte do bioma se encontra em uma fase intermediária, caracterizada por desmatamento contínuo, fragmentação de habitats e pressão crescente sobre os ecossistemas nativos. A demanda global por *commodities* como soja e carne bovina, aliada à escassez de investimentos em pesquisa e tecnologia voltados à conservação, contribui para a intensificação dessas pressões. Além disso, o estudo destaca perdas ocultas associadas ao reflorestamento antrópico ou natural que não recupera plenamente os serviços ecossistêmicos originais. Conclui-se que a conservação do Cerrado requer políticas públicas integradas, incentivos ao manejo sustentável, proteção das áreas remanescentes e participação em iniciativas internacionais. A combinação dessas estratégias é essencial para garantir a preservação do bioma e a manutenção de seus serviços ambientais fundamentais.

Palavras-chave: Cerrado; transição florestal; uso da terra; conservação ambiental.

Abstract

The Cerrado covers approximately 23% of Brazil's territory and has undergone major transformations due to agricultural expansion and the loss of native vegetation. This study assesses the biome through the lens of Forest Transition Theory (FTT), which interprets changes in forest cover based on economic, social, and environmental factors. Using data from MapBiomas (1985–2023) and relevant literature, we analyze the stages of forest transition in the Cerrado, indicating that most of the biome is in an intermediate phase marked by ongoing deforestation, habitat fragmentation, and increasing pressure on native ecosystems. Global demand for commodities such as soy and beef, along with limited investment in conservation-focused research and technology, contributes to the intensification of these pressures. The study also highlights hidden losses associated with anthropic and natural reforestation processes that do not fully recover the original ecosystem services. We conclude that conserving the Cerrado requires integrated public policies, incentives for sustainable land management, protection of remaining natural areas, and engagement in international initiatives. Combining these strategies is essential to ensure the biome's preservation and the continued provision of its critical environmental services.

Keywords: Cerrado; forest transition; land use; environmental conservation.

¹ Graduado em Economia pela Universidade Federal de São Carlos – UFSCar. E-mail: rafaelfacanalicastro@estudante.ufscar.br

² Professor Associado do departamento de Economia da Universidade Federal de São Carlos – UFSCar. E-mail: cassiano@ufscar.br. ORCID: 0000-0002-9177-3791

³ Doutorando em Economia Aplicada pela Universidade de São Paulo – ESALQ/USP. E-mail: ricardomunizsimoes@gmail.com. ORCID: 0009-0005-7001-0241

Resumen

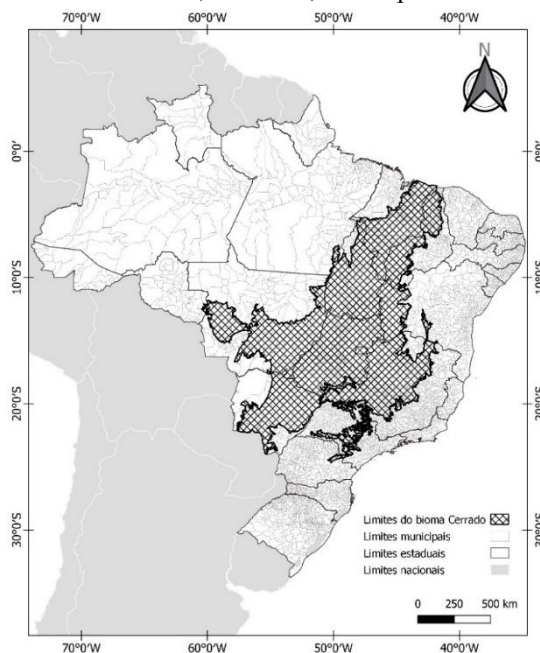
El Cerrado ocupa aproximadamente el 23% del territorio brasileño y ha estado experimentando profundas transformaciones causadas principalmente por la expansión agrícola y la pérdida de vegetación autóctona. Este estudio evalúa el bioma a la luz de la Teoría de la Transición Forestal (TTF), que interpreta los cambios en la cobertura forestal basándose en factores económicos, sociales y ambientales. Utilizando datos de MapBiomias (1985–2023) y literatura especializada, se analizan las etapas de transición forestal en el Cerrado, lo que indica que la mayor parte del bioma se encuentra en una fase intermedia, caracterizada por deforestación continua, fragmentación del hábitat y creciente presión sobre los ecosistemas autóctonos. La demanda global de materias primas como la soja y la carne de vacuno, junto con la escasez de inversión en investigación y tecnología de conservación, contribuye a intensificar estas presiones. Además, el estudio pone de relieve pérdidas ocultas asociadas a la reforestación antropogénica o natural que no recupera completamente los servicios ecosistémicos originales. Se concluye que la conservación del Cerrado requiere políticas públicas integradas, incentivos para la gestión sostenible, protección de las áreas restantes y participación en iniciativas internacionales. La combinación de estas estrategias es esencial para garantizar la preservación del bioma y el mantenimiento de sus servicios ambientales fundamentales.

Palabras clave: Cerrado; transición forestal; uso del suelo; conservación ambiental.

1 Introdução

O Cerrado é um dos seis biomas brasileiros e o segundo maior em extensão territorial, ficando atrás apenas da Amazônia (IBGE, 2019; 2024a). Assim como a Caatinga e o Pampa, caracteriza-se predominantemente por formações de vegetação rasteira e arbustiva, com baixa cobertura florestal, sendo a savana o tipo de vegetação predominante (IBGE, 2019). Ocupando uma área de aproximadamente 2 milhões de quilômetros quadrados, o Cerrado abrange cerca de um quarto do território nacional (Ribeiro; Walter, 1998; IBGE, 2019; Caldeira; Parré, 2020), destacando-se pela vasta extensão territorial e por sua relevância histórica, ecológica, cultural e econômica (Sawyer *et al.*, 2018). A Figura 1 apresenta os limites do bioma Cerrado.

Figura 1: Limites nacionais, estaduais, municipais e do bioma Cerrado



Fonte: Elaborado pelos autores com base em IBGE (2024b).

Embora sua maior concentração esteja no Planalto Central e regiões adjacentes, o bioma se distribui por doze estados e o Distrito Federal, estando presente nas cinco regiões do Brasil, além de se estender por partes da Bolívia e do Paraguai (Ribeiro; Walter, 1998; IBGE, 2019). O Cerrado também abriga as nascentes das três maiores bacias hidrográficas da América do Sul (Brasil, 2024).

A diversidade de habitats e paisagens do Cerrado sustenta uma fauna e flora altamente variadas, distribuídas conforme as necessidades ecológicas de cada espécie (Alho, 1981). Esse mosaico ecológico contribui para que o bioma abrigue um elevado número de espécies endêmicas e uma biodiversidade comparável à de formações florestais. Estima-se que o Cerrado concentre cerca de 5% da fauna mundial e aproximadamente um terço da fauna brasileira, configurando-se como uma das savanas mais diversificadas do planeta (Coutinho, 1990; Sawyer *et al.*, 2018).

Historicamente, o Cerrado passou por significativas transformações em sua paisagem natural. Na porção central do bioma, localizada na região Centro-Oeste, esta transformação teve início a partir da construção de Brasília na década de 1950, que estabeleceu a infraestrutura logística essencial para sua ocupação e exploração agrícola (Contini *et al.*, 2020; Vilela; Soares; Wagner, 2020; Sawyer *et al.*, 2018). Entretanto, foi a partir da década de 1970, com a implementação de políticas públicas de incentivo para a ocupação do território, como o Programa de Desenvolvimento dos Cerrados (POLOCENTRO) e o Programa de Cooperação Nipo-Brasileiro para o Desenvolvimento Agrícola dos Cerrados (PRODECER), e a expansão da agropecuária em larga escala impulsionada pelas inovações tecnológicas introduzidas na Revolução Verde que a transformação da paisagem do Cerrado se intensificou, impactando significativamente o uso da terra e a conservação ambiental, principalmente na região Centro-Oeste (Contini *et al.*, 2020; Vilela; Soares; Wagner, 2020; Sawyer *et al.*, 2018).

Como consequência do processo de ocupação e modernização agrícola, a agricultura praticada no Cerrado passou a desempenhar um papel fundamental na balança comercial brasileira, sendo responsável por cerca de 30% do produto interno bruto (PIB) do país e por altas parcelas da produção nacional de algodão (84%), soja (60%), milho (44%) e carne (40%) (Sawyer *et al.*, 2018). Este crescimento na produção está diretamente ligado à expansão da fronteira agrícola no bioma, através da conversão de vegetação nativa em pastagens e lavouras, e impulsionando o desmatamento (Trigueiro; Nabout; Tessarolo, 2020). O Relatório Anual do Desmatamento no Brasil (RAD) (MapBiomas, 2024b) aponta que houve um aumento de 67% na área desmatada no Cerrado de 2022 para 2023 e que o desflorestamento no bioma representou 61% do total da área desflorestada no Brasil.

Tendo em vista o exposto, o objetivo principal deste estudo é avaliar a mudança da cobertura florestal no bioma Cerrado. Para tanto, analisar-se-á os fatores diretos e indiretos e os mecanismos de uso da terra a partir da ótica da teoria da transição florestal (TTF), buscando relacionar a situação de conservação do bioma com as diferentes fases da transição florestal (Angelsen, 2007). Na pesquisa empírica, realizou-se uma revisão extensiva de literatura aliada à análise da trajetória histórica dos níveis de desmatamento do Cerrado, conforme dados do MapBiomias (2024a).

2 Materiais e métodos

Para atingir os objetivos propostos, inicialmente foram abordados quatro aspectos fundamentais: a caracterização ecológica do Bioma Cerrado, destacando sua diversidade e importância ambiental; O histórico de sua transformação agrícola, marcada pela modernização e expansão das fronteiras produtivas; A análise da expansão recente do cultivo de trigo como novo fator de mudança no uso da terra; O enquadramento dessas transformações à luz da Teoria da Transição Florestal (TTF), que orienta a interpretação das dinâmicas de conversão da vegetação nativa.

Com base nesse enquadramento conceitual, foram analisados estudos e dados de diversas fontes, dentre elas artigos, revistas, jornais e outras publicações de autores nacionais e internacionais disponíveis nas bibliotecas virtuais do Google Acadêmico e SciELO. A leitura crítica desses estudos considerou que cada região apresenta fatores específicos que influenciam a expansão ou a redução da cobertura florestal nativa, refletindo mudanças socioeconômicas, políticas e culturais ao longo do tempo.

As séries históricas utilizadas para determinar a fase da transição florestal do Cerrado incluem dados públicos e gratuitos do projeto MapBiomias (2024a), abrangendo o período de 1985 a 2023. A partir dessas informações, buscou-se identificar padrões e tendências na cobertura florestal e nos indicadores de desmatamento, garantindo uma compreensão mais aprofundada das dinâmicas de uso da terra no bioma. Assim, espera-se não apenas discutir a fase atual da transição florestal do Cerrado, mas também fornecer subsídios para medidas que promovam sua conservação e otimizem o aproveitamento sustentável de seus recursos.

2.1 Áreas-chave para a biodiversidade do Cerrado

As áreas-chave para a biodiversidade (em inglês, *key biodiversity areas* – KBAs), são locais de importância internacional para a conservação da biodiversidade global, definidos de acordo com critérios padronizados com base em princípios de vulnerabilidade e impossibilidade de substituição (Sawyer *et al.*, 2018).

A União Internacional para a Conservação da Natureza (em inglês, *International Union for Conservation of Nature* – IUCN, 2016) estabelece que um local se qualifica como uma KBA se atender um ou mais de 11 critérios, agrupados em cinco categorias: Biodiversidade ameaçada; Biodiversidade geograficamente restrita; Integridade ecológica; Processos biológicos; Insubstituibilidade por meio de análise quantitativa. As KBAs são um importante indicador de onde devem ser priorizados os esforços de conservação e recuperação ambiental em determinada região, de forma que as áreas mais importantes para a biodiversidade recebam a atenção e proteção adequadas.

No Cerrado brasileiro 761 áreas foram qualificadas como KBAs, totalizando uma extensão territorial de cerca de 1,18 milhões de km², o que representa aproximadamente 60% do bioma. Desta área, 474 mil km² são cobertos por remanescentes da vegetação original, o que representa aproximadamente 40% da área total, tal discrepância se dá pelo fato de que a maioria das KBAs são mosaicos de vegetação original, habitat secundários e áreas antropizadas por pastagens e cultivos. Fazendo mais um recorte, apenas cerca de 10% da área total das KBAs, aproximadamente 117 mil km², já possuem algum tipo de proteção dentro de unidades de conservação e territórios indígenas ou quilombolas (Sawyer *et al.*, 2018).

2.2 Fatores diretos e indiretos que influenciam o uso da terra no Cerrado

O uso da terra é influenciado por uma combinação complexa de fatores diretos e indiretos que variam de acordo com contextos socioeconômicos, políticos e ambientais (Geist; Lambin, 2002). Compreender esses fatores é essencial para analisar as dinâmicas de transição florestal e formular políticas de manejo sustentável e conservação ambiental. Entre os fatores diretos que influenciam o uso da terra no Cerrado, destaca-se a expansão agrícola, motivada pela necessidade de aumentar a produção de alimentos e *commodities* agrícolas, em especial a soja (Trigueiro; Nabout; Tessarolo, 2020; Santos *et al.*, 2010; Geist; Lambin, 2002). O MATOPIBA – região localizada nas divisas dos estados de Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia, e predominantemente inserida no Cerrado (Belchior; Alcantara; Barbosa, 2017) – merece destaque devido às suas altas taxas de conversão florestal em lavouras devido ao avanço da fronteira agrícola. Segundo Gibbs *et al.* (2015), cerca de 40% da produção total de soja do MATOPIBA no ano de 2013 ocorreu em áreas que eram anteriormente ocupadas por vegetação nativa em 2007. Além disso, a pecuária, especialmente em sistemas de criação extensiva, também resulta na conversão de vastas áreas de vegetação nativa em pastagens, sendo um fator significativo de alteração da cobertura vegetal no Cerrado (Sawyer *et al.*, 2018). Conforme apontam Scaramuzza *et al.* (2017), as pastagens

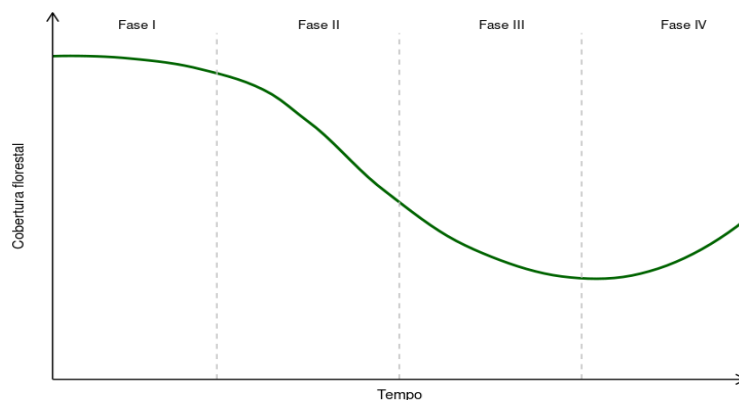
plantadas ocupam uma área de aproximadamente 60 milhões de hectares do Cerrado, cerca de 29,5% da área total do bioma, a classe de uso de terra mais expressiva do bioma.

Os fatores indiretos são mais difíceis de identificar e quantificar, mas têm um impacto significativo no uso da terra. Fatores socioeconômicos, como o crescimento populacional e as mudanças nos padrões de consumo, influenciam a demanda por terras agrícolas e produtos florestais. A urbanização e a migração rural-urbana também influenciam o uso da terra, muitas vezes levando ao abandono de áreas rurais que podem regenerar-se naturalmente. As políticas públicas e a governança desempenham um papel crucial, pois as políticas de uso da terra, incentivos econômicos e regulamentações ambientais moldam as práticas de uso da terra de maneiras complexas. A governança, incluindo a implementação e fiscalização das políticas, é igualmente importante (Geist; Lambin, 2002). O mercado global e o comércio internacional influenciam diretamente as decisões de uso da terra, com as dinâmicas do mercado global, incluindo os preços das *commodities* e a demanda internacional por produtos agrícolas, desempenhando um papel significativo nesse processo (Geist; Lambin, 2002). No Cerrado, a demanda global por soja e carne bovina tem sido um motor significativo de desmatamento (Sawyer *et al.*, 2018).

2.3 Teoria da Transição Florestal

A Teoria da Transição Florestal (TTF), proposta por Alexander Mather (Mather, 1992), oferece um modelo abrangente para compreender as mudanças na cobertura florestal ao longo do tempo, refletindo a interação entre desenvolvimento econômico e uso da terra. Mather (1992) desenvolveu a teoria para explicar o ciclo de desmatamento e recuperação florestal que ocorre em diferentes estágios de desenvolvimento econômico. Além disso, esse arcabouço permite a incorporação de outras teorias e de hipóteses que fornecem suporte para análises específicas de contexto (Angelsen; Rudel, 2013; Lambin; Meyfroidt, 2010; Walker, 2012).

Figura 2: Representação da variação da cobertura florestal ao longo do tempo, separada pelas quatro fases do processo de transição florestal (Fases I a IV)



Fonte: Elaboração própria baseada em Angelsen (2007) e Calaboni (2017)

O processo da transição florestal pode ser dividido em quatro fases (Figura 2). Na primeira fase, uma determinada região apresenta grandes extensões de florestas intactas e taxas de desmatamento extremamente baixas. As florestas nesta fase desempenham um papel crucial na manutenção dos serviços ecossistêmicos e na biodiversidade, com o uso da terra limitado a práticas de subsistência. A segunda fase se caracteriza pela expansão agrícola, isto é, à medida que a economia se desenvolve e a demanda por recursos naturais aumenta, grandes áreas de floresta são convertidas em pastos e cultivos. Esse processo de desmatamento é impulsionado pelo crescimento populacional e pela necessidade de expansão agrícola para sustentar o desenvolvimento econômico (Angelsen, 2007; Calaboni, 2017). Com a conversão das florestas nativas em áreas agrícolas, o desmatamento começa a desacelerar na terceira fase. Nesta etapa, as florestas restantes se tornam fragmentadas e inseridas em uma matriz agrícola. A pressão sobre as áreas florestais diminui e a gestão e a conservação das florestas remanescentes ganham importância. Finalmente, na quarta fase, mudanças sociais, políticas e econômicas favorecem a recuperação das florestas. Esta recuperação pode ocorrer através do abandono de terras agrícolas, regeneração espontânea ou iniciativas de restauração florestal. A conscientização ambiental crescente e a implementação de políticas de conservação ajudam a promover a recuperação e a proteção das áreas florestais (Angelsen, 2007; Calaboni, 2017; Grainger, 1995).

A trajetória da transição florestal em uma região específica pode variar conforme o local e o período em que ocorre, estando associada a diferentes determinantes (Schelp; Bragagnolo, 2023; Calaboni, 2017; Lambin; Meyfroidt, 2010; Rudel *et al.*, 2005; Mather, 1992). Dentre as diversas vias possíveis para essa transição, seis se destacam por sua frequência e relevância na literatura: (i) a via da escassez florestal; (ii) a via do desenvolvimento econômico; (iii) a via das políticas públicas; (iv) a via da globalização; (v) a via dos pequenos produtores; e (vi) a via do ajuste agrícola.

De acordo com Calaboni (2017, p. 5): "a via da escassez florestal (*forest scarcity pathway*) sugere que os ganhos líquidos de cobertura florestal nativa são uma resposta ao declínio de produtos florestais e da provisão de serviços ecossistêmicos...". Nesse sentido, Schelp e Bragagnolo (2023) apontam que o processo de reflorestamento, característico da Fase IV da TTF, reflete as consequências do esgotamento das reservas florestais e dos seus produtos. Esse processo é impulsionado pelo aumento na frequência de desastres naturais agravados por ações humanas e pela elevação dos preços dos produtos florestais, o que provoca reações políticas e sociais em prol de uma gestão florestal mais eficiente (Mather; Fairbairn, 2000; Rudel *et al.*, 2005).

A via do desenvolvimento econômico (*economic development pathway*), segundo Calaboni (2017), destaca que o crescimento econômico promove aumentos salariais nas indústrias e centros urbanos, resultando no êxodo mão de obra rural para as cidades. Calaboni

(2017, p. 5) destaca que isso se deve ao: “...declínio da disponibilidade de mão-de-obra e consequente aumento de custos da agricultura em terras mais férteis e abandono de terras marginais...”. Rudel *et al.* (2005), por sua vez, afirmam que esse processo é intensificado pela crescente mecanização na agricultura.

Segundo Schelp e Bragagnolo (2023), no mecanismo da via das políticas públicas (*state forest pathway*), ocorre intervenção governamental para evitar a degradação completa das matas nativas, por meio de políticas e ações que promovam o uso sustentável da terra. De acordo com Lambin e Meyfroidt (2010), essas ações envolveriam investimentos em modernização agrícola e estímulo à conscientização ambiental da sociedade.

Calaboni (2017, p. 5) afirma que a via da globalização (*globalization pathway*) é: “...impulsionada pelo desenvolvimento econômico, a integração da economia ao mercado internacional por meio de *commodities*, turismo ecológico, ideias conservacionistas e acordos ambientais multilaterais também teriam efeitos positivos sobre as florestas nativas...”. Apesar disso Kull; Ibrahim e Meredith (2007) afirmam que, por outro lado, a globalização por meio do comércio internacional de *commodities* poderia ter efeito negativo sobre a conservação florestal.

A via dos pequenos produtores (*smallholder, tree-based land use pathway*), segundo Calaboni (2017, p. 6): “...destaca o importante efeito das decisões dos pequenos proprietários sobre a manutenção das florestas...”. Dessa forma, conforme argumentam Calaboni (2017), Green *et al.* (2005) e Lambin e Meyfroidt (2010), esses agentes, por serem diretamente impactados pela redução na oferta de serviços ecossistêmicos em suas próprias terras, tenderiam a adotar inovações nos sistemas produtivos rurais que favoreçam práticas ambientalmente mais adequadas, como a implementação de sistemas agroflorestais, além de conservar espontaneamente uma parcela da cobertura florestal nativa em suas propriedades.

Por fim, a via do ajuste agrícola (*agriculture adjustment pathway*), conforme explicado por Mather e Needle (1998), Calaboni (2017) e Schelp e Bragagnolo (2023), sugere que a transição florestal pode ocorrer pelo deslocamento das áreas cultiváveis para solos mais férteis, permitindo que matas nativas secundárias se regenerem em solos menos produtivos. Embora essas vias sejam amplamente reconhecidas na literatura, a aplicação do arcabouço teórico da TTF à análise da transição florestal no Cerrado brasileiro permanece pouco explorada.

2.4 Perdas ocultas

Fazendo uma análise integralmente do ponto de vista da TTF, é natural que se presuma que um aumento líquido na cobertura florestal de determinada área seja um indicador positivo

para a conservação ambiental, no entanto existem efeitos negativos que podem passar despercebidos quando este aumento líquido da cobertura vegetal ocorre em uma situação em que há um ganho de cobertura florestal recente maior que uma perda de cobertura florestal antiga. Isto é, o rejuvenescimento das florestas tem efeitos deletérios sobre a biodiversidade e os serviços ecossistêmicos das florestas mesmo em situações em que se atinja um nível de desflorestamento zero, ou até mesmo de restauração da área florestal (Rosa *et al.*, 2021). Este mecanismo de perdas é conhecido como perdas ocultas.

Estas perdas ocultas são impulsionadas por práticas antrópicas, uma vez que tanto a regeneração natural de áreas florestais desmatadas quanto o reflorestamento antrópico têm o potencial de deslocar atividades agropecuárias no espaço e elevar o desmatamento de áreas com vegetação primária, enquanto as vegetações reflorestadas natural ou antropicamente são classificadas como matas secundárias, as quais possuem menor biodiversidade e capacidade de contribuição aos serviços ecossistêmicos. Assim, para qualquer que seja a forma de reflorestamento, natural ou antrópica, é fundamental o planejamento e monitoramento, além de ser necessário a concatenação com medidas de proteção e conservação das florestas primárias, de forma a prevenir e reduzir as perdas qualitativas da cobertura florestal existente (Curran; Hellweg; Beck, 2014; Holl; Brancalion, 2020).

3 Resultados e discussão

A cobertura florestal do bioma Cerrado ainda diminuiu ao longo do tempo, com uma área total de 100 milhões de ha reportada em 2023 (MapBiomas, 2024a). No ano de 1985 esta área era de 139 milhões de ha, indicando, portanto, uma perda de 39 milhões de ha, que se traduz em uma redução de 27% da cobertura do bioma (MapBiomas, 2024a). Um aspecto crítico do cenário atual e das perspectivas futuras para o Cerrado é o aumento na taxa de redução da cobertura florestal a partir de 2019. Entre 2001 e 2018, a média anual dessa redução foi de 0,65%, enquanto entre 2019 e 2023 esse valor subiu para 0,97%, representando um aumento de 49% em relação à média do período anterior (MapBiomas, 2024a).

Analisando a supressão de vegetação primária e secundária, ou seja, o desflorestamento de áreas que ainda não foram fortemente impactadas pela ação antrópica e áreas já impactadas e em processo de regeneração, tem-se no período de 1985 a 2023 um acumulado de 57 milhões de ha suprimidos, divididos entre 45 milhões de ha de vegetação primária e 12 milhões de ha de vegetação secundária (MapBiomas, 2024a). A pressão sobre a vegetação primária vem gradativamente reduzindo, uma vez que a média móvel de 5 anos em 2001 era de 77% do

desflorestamento concentrado em áreas de vegetação primária e em 2023 passou a ser 67%. Em contrapartida, essa redução da pressão sobre a vegetação primária implica em uma maior pressão sobre a vegetação secundária, que tinha um média móvel de 23% do desflorestamento em 2001 e passou a representar 33% em 2023 (MapBiomias, 2024a). Tal comportamento, sob uma ótica das perdas ocultas, é positivo, tendo em vista que a redução relativa do desmatamento de áreas de vegetação primária indica ao menos uma menor perda qualitativa, ainda que o cenário seja de redução da cobertura florestal e não o contrário.

Na área utilizada para atividades agropecuárias, de 1985 a 2023, houve um aumento de 38 milhões de ha. Em 1985 a área total era de 55 milhões de ha, sendo 31 milhões de ha, ou 56%, de área de pastagem, 4 milhões, ou 7%, de área de agricultura e 600 mil, ou 1%, de área de silvicultura, além de outros usos diversos que correspondem ao restante do montante total. Já em 2023 a área total passou a ser de 93 milhões de ha, sendo 51 milhões, ou 54%, de área de pastagem, 26 milhões, ou 28%, de área de agricultura e 3 milhões, ou 3,5%, de área de silvicultura.

Destacam-se: a taxa média anual de crescimento da área agropecuária foi de 1,39%, com desaceleração ao longo do tempo — 2,14% no século XX e 0,90% no XXI —, indicando menor conversão de terras; A redução da área de pastagens, que atingiu pico de 53 milhões de ha em 1999 (70,6% da área agropecuária) e chegou a 55,4 milhões em 2007, mas recuou para 51 milhões em 2023 (54% da área agropecuária); A expressiva expansão da agricultura, de 4 milhões de ha em 1989 para 26 milhões em 2023 (aumento de 530%), com destaque para a soja, que passou de 1,2 milhão de ha (30%) para 19 milhões (74%); O avanço da silvicultura no século XXI, com crescimento de 138%, e os riscos associados às "perdas ocultas", já que, ao promover o reflorestamento com vegetação secundária, pode intensificar a pressão sobre áreas de vegetação primária, reduzindo biodiversidade e serviços ecossistêmicos.

As evidências apresentadas no RAD 2023 (MapBiomias, 2024b) sugerem que a cobertura florestal do bioma Cerrado está em uma fase intermediária de transição, entre os estágios II e III da TTF, em consonância com os achados de Schelp e Bragagnolo (2023). Apesar de ter representado apenas 32,2% do número total de alertas de desmatamento no Brasil, a área desmatada equivale a 60,7% do total desflorestado no Brasil, com um aumento de 67,7% em relação ao ano de 2022, impulsionado pela região do MATOPIBA (MapBiomias, 2024b).

As variações no uso da terra ao longo do tempo, expostas anteriormente nesta seção, são o resultado da interação entre fatores diretos e indiretos. A evolução da tecnologia agrícola a partir da década de 1970, com a criação da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), possibilitou o plantio contínuo de monoculturas no Cerrado em regiões previamente não cultiváveis devido à baixa fertilidade química e alta acidez dos solos (Caldeira; Parré, 2020;

Contini *et al.*, 2020). O melhoramento genético do rebanho bovino, bem como a evolução da tecnologia pecuária, a exemplo da inseminação artificial, contribuíram para o aumento da produtividade da pecuária de corte e leiteira (Vilela; Soares; Wagner, 2020; Sawyer *et al.*, 2018). Além disso, a introdução de espécies exóticas de pastagem, principalmente africanas, e o desenvolvimentos de cultivares de forrageiras adaptadas às condições do Cerrado, pela Embrapa e outras instituições de pesquisa impulsionaram o aumento da área utilizada para pastagem (Vilela; Soares; Wagner, 2020; Sawyer *et al.*, 2018; Lobato, 2016).

Observando-se o uso da terra em diferentes atividades ao longo do tempo, o Cerrado faz do Brasil um dos principais produtores de algodão, soja, milho e carne, sendo responsável, respectivamente, por 84%, 60%, 44% e 40% da produção nacional destas *commodities* (Sawyer *et al.*, 2018). Esta significativa representatividade na produção, além do papel do Brasil na economia internacional como, principalmente, um agente agroexportador, coloca as tendências econômicas locais e globais como fatores indiretos capazes de influenciar o processo de transição florestal do bioma. Vale ressaltar que, apesar de o Cerrado ter maior representatividade na produção de algodão do que de carne, por exemplo, a plantação de pastagens para a pecuária é uma das principais causas do desmatamento no bioma no passado recente (Strassburg *et al.*, 2017). O bioma vem se consolidando como o principal agente para o setor ao longo das últimas cinco décadas, o que levou à perda de mais da metade da cobertura florestal original, ou seja, da vegetação primária (Sawyer *et al.*, 2018; Strassburg *et al.*, 2017).

Ressalta-se que o monitoramento do bioma em estudo é mais complexo que o de florestas mais densas e homogêneas, uma vez que a vegetação se caracteriza por uma considerável heterogeneidade e uma textura fina de cobertura vegetal. Enquanto as matas ciliares estreitas sequer aparecem em imagens de satélite, as savanas arbóreas e campos com vegetação esparsa acabam por serem facilmente confundidas com áreas desflorestadas (Sawyer *et al.*, 2018). Ademais, a ampla extensão geográfica e marcada sazonalidade climática do Cerrado dificultam seu mapeamento de uso da terra por satélites, especialmente durante estações chuvosas (Scaramuzza *et al.*, 2017). Não somente, os esforços despendidos no monitoramento da região são relativamente reduzidos, enquanto o Projeto de Monitoramento do Desmatamento na Amazônia Legal (Prodes) acompanha as taxas de degradação desde 1980, o Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento Do Cerrado (PPCerrado) fornece dados de 2003 a 2008 em médias anuais de 15.000 km² (Beuchle *et al.*, 2015; Sawyer *et al.*, 2018).

Com relação às principais ameaças diretas e indiretas ao bioma, bem como seus fatos causadores, de acordo com Sawyer *et al.* (2018), podem ser destacadas como ameaças diretas as que estão a seguir: degradação; fragmentação e conversão do habitat; sobre-exploração de

recursos naturais; fogo, poluição, erosão e assoreamento; espécies invasoras; e organismos geneticamente modificados (OGMs). Também de acordo com Sawyer *et al.* (2018), as ameaças indiretas com maior relevância, por sua vez, são as que estão a seguir: agropecuária; mineração; silvicultura; infraestrutura de transporte; energia elétrica, petróleo e gás; e expansão urbana.

Tratando-se da pecuária e de culturas anuais, a presença de duas fronteiras agrícolas no Cerrado é um relevante vetor de pressão do desflorestamento do bioma. A expansão ocorre principalmente em regiões com vegetação mais densa e topografia plana, o que possibilita a implementação de lavouras mecanizadas para o cultivo de culturas anuais e facilita a atividade pecuária (Strassburg *et al.*, 2017). É relevante destacar que paisagens dominadas por culturas acabam por ser mais fragmentadas que paisagens dominadas por pastagens, além de, geralmente, abrangerem áreas contínuas maiores que as pastagens e, portanto, serem mais prejudiciais para a conservação da biodiversidade e serviços ecossistêmicos do bioma. Além disso, pela característica da vegetação do Cerrado, áreas de pastagem possuem considerável capacidade de rebrota e tal característica, se bem coordenada com políticas para auxiliar ou favorecer a regeneração natural da vegetação, pode contribuir para o atingimento de um desmatamento líquido zero ou até para uma restauração da área florestal.

Outro grande vetor de pressão, ainda relacionado à atividade agropecuária, é o aumento da demanda global por soja e carne bovina, que são hoje um dos principais produtos agrícolas produzidos na região, conforme mencionado anteriormente. A influência internacional sobre as condições ambientais do Cerrado por meio da pressão pela expansão da produtividade destas *commodities*, no entanto, pode se tornar uma justificativa para o estabelecimento de políticas públicas e esforços internacionais, como fundos de investimento, para a conservação do bioma. Os dados de Conab (2024) endossam essa afirmação, visto que o Brasil atualmente se posiciona como o maior exportador de soja e carne bovina do mundo. Não somente, as maiores empresas do agronegócio no país atuam na região e possuem operações com ramificações multinacionais (Sawyer *et al.*, 2018).

As perspectivas futuras para o bioma são bastante desafiadoras devido a um agravante que é a estrutura fundiária altamente concentrada. De acordo com o Censo Agropecuário de 2017, apenas 9% da área total dos estabelecimentos agropecuários do Cerrado, cerca de 152.000 km², são de propriedade de pequenos agricultores (agricultura familiar, menor do que 100 ha), ainda que estes sejam detentores de 66% de todas as propriedades rurais da região. Com tal cenário em vista, conclui-se que, sem pressão política e iniciativas factuais para apoiar esta comunidade, há uma considerável tendência para a manutenção da maior concentração de terras em grandes latifúndios, o que pode acelerar as taxas de mudança do uso da terra para atividades

que impulsionam o desmatamento e geram impactos negativos sobre a biodiversidade e os serviços ecossistêmicos.

Por fim, outros elementos aos quais deve ser dada a devida atenção são as perdas ocultas atreladas ao reflorestamento por meio da regeneração vegetal secundária e da silvicultura. Tais práticas podem ser incentivadas em larga escala em busca de um aumento líquido da cobertura florestal, no entanto as perdas qualitativas existentes com a expansão de uma vegetação de reflorestamento podem ser extremamente danosas para as condições de preservação do bioma, principalmente tratando da manutenção dos serviços ecossistêmicos e da biodiversidade. Além disso, a silvicultura pode causar o aumento da pressão sobre áreas de vegetação primária visando o uso da terra em atividades que foram impossibilitadas pelas atividades de reflorestamento, e este efeito colateral é potencializado pela baixa taxa de territórios com proteção legal no bioma, que é de 8,3%, sendo 3,1% categorizadas como Áreas de Proteção Integral e 5,2% como Áreas de Uso Sustentável (Sawyer *et al.*, 2018).

4 Considerações finais

Os produtos agrícolas oriundos do bioma Cerrado são parte essencial da balança comercial brasileira, representando cerca de 30% do PIB do país, além de o bioma ser o principal responsável pela produção de diversas *commodities*, dentre elas a soja e a carne bovina. As condições atuais de concentração fundiária e o histórico recente de aumento do desflorestamento do bioma reportado pelo RAD (2023) acendem um alerta para a urgência da tomada de decisões visando a recuperação da cobertura florestal, mas também a conservação de áreas ainda não modificados pensando nas perdas ocultas que podem decorrer da ação antrópica em tais regiões. Vale salientar que as lacunas no volume de estudos sobre o Cerrado se refletem nos níveis de esforços despendidos pela sociedade como um todo, sejam órgãos governamentais e não-governamentais, fundos internacionais e agentes da sociedade civil, para a preservação do bioma.

Considerando os fatores diretos e indiretos que influenciam o uso da terra, os mecanismos da transição florestal e as diferentes vias para tal, a existência de áreas-chave para a biodiversidade e a ocorrência de perdas ocultas no processo de desflorestamento, os pontos elencados a seguir devem ser sempre considerados para a elaboração de políticas públicas ou direcionamento de investimentos para a conservação do bioma. Em primeiro lugar tem-se que, baseado nas vias das políticas públicas, do desenvolvimento econômico e da globalização, a vinculação de ações para a conservação ambiental com ações de cunho social e de ações para a

conservação da biodiversidade com a capacidade destas de influenciar positivamente serviços ecossistêmicos e a mudança climática é capaz de impulsionar os recursos disponibilizados, levando em conta que a pauta climática tem demonstrado substancial relevância nas discussões nacionais e internacionais.

É necessário também aprimorar a base científica e tecnológica para a conservação do Cerrado, considerando que hoje no Brasil a maior parte dos estudos voltados para a temática de conservação ambiental são focados no bioma Amazônia e que as características fisionômicas da cobertura vegetal do Cerrado dificultam o monitoramento das condições de preservação apenas por imagens de satélite, reduzindo a confiabilidade dos dados e aumentando a dependência de monitoramento *in loco*. Soma-se a isso o fato de que, em contraste com o que ocorre na Amazônia, as leis antidesmatamento no Cerrado são mais brandas. Conforme a Lei 12.651/2012, conhecida como Código Florestal Brasileiro, as propriedades rurais devem preservar 80% da vegetação nativa na Amazônia. No Cerrado, essa exigência é reduzida para 20%, podendo chegar no máximo a 35% em áreas na fronteira com a Amazônia Legal. (Brannstrom *et al.*, 2008; Campos; Bacha, 2016, 2013). Além disso, a conscientização da sociedade civil, da imprensa e dos tomadores de decisão sobre as condições de preservação do bioma, aliada a uma maior pressão diante dos esforços atualmente insuficientes, pode influenciar significativamente o nível de investimento direcionado ao Cerrado pelo governo e por fundos internacionais, especialmente considerando o aumento recente da pressão antrópica na região.

Por fim, direcionar os investimentos captados para os corredores das KBAs é fundamental, pois essas áreas apresentam maior elasticidade entre o investimento realizado e os ganhos qualitativos para a biodiversidade e os serviços ecossistêmicos do Cerrado. Em outras palavras, os corredores aumentam a eficiência dos investimentos, permitindo a otimização dos recursos financeiros sem comprometer os resultados na conservação e recuperação do bioma. Isso viabiliza a implementação de um maior número de ações voltadas para esse propósito ou até mesmo a ampliação de iniciativas complementares vinculadas às principais estratégias de preservação.

Referências

ALHO, C. J. Small mammal populations of Brazilian Cerrado: the dependence of abundance and diversity on habitat complexity. **Revista Brasileira de Biologia**, [s. l.], v. 41, n. 1, p. 223-230, 1981.

ANGELSEN, A. Forest Cover Change in Space and Time: combining the Von Thunen and forest transition theories. **Policy Research Working Paper**, [s. l.], n. 4117, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1596/1813-9450-4117>. Disponível em:

<https://openknowledge.worldbank.org/entities/publication/d93101bf-ac61-5801-833d-8542ff27ebc4>. Acesso em: 13 out. 2024.

ANGELSEN, A. Policies for reduced deforestation and their impact on agricultural production. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, [s. l.], v. 107, n. 46, p. 19639-19644, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1073/pnas.0912014107>. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20643935>. Acesso em: 13 out. 2024.

ANGELSEN, A.; RUDEL, T. K. Designing and implementing effective REDD+ policies: A forest transition approach. **Review of Environmental Economics and Policy**, [s. l.], v.7, n. 1, p 91-113 2013. DOI: <https://doi.org/10.1093/reep/res022>. Disponível em: <https://www.journals.uchicago.edu/doi/10.1093/reep/res022>. Acesso em: 13 out. 2024.

BELCHIOR, E. B.; ALCANTARA, P. H. R.; BARBOSA, C. F. **Perspectivas e desafios para a região do Matopiba**. Palmas: Embrapa Pesca e Aquicultura, 2017. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1065435>. Acesso em: 13 out. 2024.

BEUCHLE, R *et al.* Land cover changes in the Brazilian Cerrado and Caatinga biomes from 1990 to 2010 based on a systematic remote sensing sampling approach. **Applied Geography**, [s. l.], v. 58, p. 116-127, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2015.01.017>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0143622815000284?via%3Dihub>. Acesso em: 13 out. 2024.

BRANNSTROM, C. *et al.* Land change in the Brazilian Savanna (Cerrado), 1986-2002: Comparative analysis and implications for land-use policy. **Land use policy**, [s. l.], v. 25, p. 579–595, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2007.11.008>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0264837707000932?via%3Dihub>. Acesso em: 13 out. 2024.

BRASIL, Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima. **Cerrado**. 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/biodiversidade-e-biomas/ecossistemas/biomas/cerrado>. Acesso em: 10 ago. 2024.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Plataforma Geográfica Interativa do IBGE**. Biomas e Sistema Costeiro-Marinho do Brasil. Rio de Janeiro, 2024b. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/apps/biomas/#/home>. Acesso em: 25 jan. 2025.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Biomas e Sistema Costeiro-Marinho do Brasil**. Série Relatórios metodológicos v. 45. Rio de Janeiro, 2019. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=2101676>. Acesso em: 01 abr. 2025.

CALABONI, A. **Transição Florestal no estado de São Paulo, Brasil**: fatores associados ao desmatamento e recuperação das matas nativas. 2017. Tese (Doutorado em Ecologia: Ecossistemas Terrestres e Aquáticos) - Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017. DOI: <https://doi.org/10.11606/T.41.2017.tde-18082017-170805>. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/41/41134/tde-18082017-170805/pt-br.php>. Acesso em: 13 out. 2024.

CALDEIRA, C.; PARRÉ, J. L. Agricultural diversification and rural development in the biome Cerrado. **RAEI**, [s. l.], v. 2, p. 344-359, 2020. DOI:

<https://doi.org/10.33871/26747170.2020.2.1.3356>. Disponível em:
<https://periodicos.unespar.edu.br/index.php/raei/article/view/3356>. Acesso em: 13 out. 2024.

CAMPOS, S.A.C., BACHA, C.J.C. O custo privado da reserva legal para os produtores agropecuários de São Paulo e Mato Grosso nos anos de 1995 e 2006. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, [s. l.], v. 54, p. 71–88, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1590/1234-56781806-9479005401004>. Disponível em:
<https://www.scielo.br/j/resr/a/GTJDtWbykkvmTFx7JLD9bxg/?lang=pt>. Acesso em: 13 out. 2024.

CAMPOS, S.A.C., BACHA, C.J.C. O custo privado da reserva legal. **Revista de Política Agrícola**, [s. l.], v. 22, n. 2, p. 85–104, 2013. Disponível em:
<https://rpa.sede.embrapa.br/RPA/article/view/310>. Acesso em: 25 nov. 2025.

CONTINI, E. *et al.* O papel das políticas públicas no Cerrado. *In*: BOLFE, E. L.; SANO, E. E.; CAMPOS, S. K. (Ed.). **Dinâmica agrícola no cerrado: análises e projeções**, Brasília, DF: Embrapa, 2020. v. 1, cap. 3, p. 59-88.

COUTINHO, L.M. Fire in the Ecology of the Brazilian Cerrado. *In*: GOLDAMMER, J.G. **Fire in the Tropical Biota. Ecological Studies**, p. 82-105, 1990. Disponível em:
https://doi.org/10.1007/978-3-642-75395-4_6. Acesso em: 25 jan. 2025.

CURRAN, M.; HELLWEG, S.; BECK, J. Is there any empirical support for biodiversity offset policy? **Ecological Applications**, v. 24, n. 4, p. 617–632, 2014. DOI:
<https://doi.org/10.1890/13-0243.1>. Disponível em:
<https://esajournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1890/13-0243.1>. Acesso em: 11 jan. 2025.

GEIST, H. J.; LAMBIN, E. F. Proximate Causes and Underlying Driving Forces of Tropical Deforestation: Tropical forests are disappearing as the result of many pressures, both local and regional, acting in various combinations in different geographical locations. **BioScience**, [s. l.], v. 52, n. 2, p. 143-150, 2002. DOI: [https://doi.org/10.1641/0006-3568\(2002\)052\[0143:PCAUDF\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1641/0006-3568(2002)052[0143:PCAUDF]2.0.CO;2). Disponível em:
<https://academic.oup.com/bioscience/article-abstract/52/2/143/341135?redirectedFrom=fulltext>. Acesso em: 13 out. 2024.

GIBBS, H. K. L. *et al.* Brazil's soy moratorium. **Science**, [s. l.], v. 347, n. 6220, p. 377-378, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1126/science.aaa0181>. Disponível em:
<https://www.science.org/doi/10.1126/science.aaa0181>. Acesso em: 13 out. 2024.

GRAINGER, A. The forest transition: an alternative approach. **Area**, [s. l.], v. 27, n. 3, p. 242-251, 1995. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/20003580>. Acesso em: 19 jan. 2025.

GREEN, R. E. *et al.* A. Farming and the fate of wild nature. **Science**, [s. l.], v. 307, n. 5709, p. 550–555, 2005. DOI: <http://dx.doi.org/10.1126/science.1106049>. Disponível em:
<https://www.science.org/doi/10.1126/science.1106049>. Acesso em: 13 mar. 2025.

HOLL, K. D.; BRANCALION, P. H. S. Tree planting is not a simple solution. **Science**, [s. l.], v. 368, n. 6491, p. 580–581, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1126/science.aba8232>. Disponível em: <https://www.science.org/doi/10.1126/science.aba8232>. Acesso em: 11 jan. 2025.

KULL, C. A.; IBRAHIM, C. K.; MEREDITH, T. C. Tropical forest transitions and globalization: Neo-liberalism, migration, tourism, and international conservation agendas. **Society and Natural Resources**, [s. l.], v. 20, n. 8, p. 723–737, 2007. DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/08941920701329702>. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/08941920701329702>. Acesso em: 11 jan. 2025.

LAMBIN, E. F.; MEYFROIDT, P. Land use transitions: Socio-ecological feedback versus socio-economic change. **Land Use Policy**, [s. l.], v. 27, n. 2, p. 108-118, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2009.09.003>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0264837709001288?via%3Dihub>. Acesso em: 13 out. 2024.

LOBATO, B. R. Melhoramento genético de forrageiras. *In*: LOBATO, B. R.; RODRIGUES, J. J. C.; GAMA, L. C. **Reunião Anual de Apresentação de Resultados da Embrapa Cerrados – Especial 40 anos: registro jornalístico**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2016. p. 90-96.

MAPBIOMAS. **Coleção 9 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso da Terra do Brasil (1985-2023)**. 1. ed. São Paulo: MapBiomas, 2024a. Disponível em: <https://brasil.mapbiomas.org/map/colecao-9/>. Acesso em: 13 out. 2024.

MAPBIOMAS. **Relatório Anual do Desmatamento no Brasil 2023**. São Paulo, 2024b. 154 p. Disponível em: <https://alerta.mapbiomas.org/relatorio>. Acesso em: 15 dez. 2024.

MATHER, A. S. The Forest Transition. **Area**, [s. l.], v. 24, n. 4, p. 367-379, 1992. Disponível em: <http://www.jstor.org/stable/20003181>. Acesso em: 12 out. 2024.

MATHER, A. S.; FAIRBAIRN, J. From floods to reforestation: The forest transition in Switzerland. **Environment and History**, [s. l.], v. 6, n. 4, p. 399–421, 2000. DOI: <http://dx.doi.org/10.3197/096734000129342352>. Disponível em: <http://www.environmentandsociety.org/node/3061>. Acesso em: 12 out. 2024.

MATHER, A. S.; NEEDLE, C. L. The forest transition: A theoretical basis. **Area**, [s. l.], v. 30, n. 2, p. 117–124, 1998. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1475-4762.1998.tb00055.x>. Disponível em: <https://rgs-ibg.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1475-4762.1998.tb00055.x>. Acesso em: 30 jan. 2025.

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T.; Fitofisionomias do bioma Cerrado. *In*: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. **Cerrado: ambiente e flora**. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1998. p. 89-166. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/554094>. Acesso em: 25 jan. 2025.

ROSA, M. R *et al.* Hidden destruction of older forests threatens Brazil’s Atlantic Forest and challenges restoration programs. **Science Advances**, [s. l.], v. 7, n. 4, p. 1–9, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1126/sciadv.abc4547>. Disponível em: <https://www.science.org/doi/10.1126/sciadv.abc4547>. Acesso em: 11 jan. 2025.

RUDEL, T. K. *et al.* Forest transitions: towards a global understanding of land use change. **Global Environmental Change**, v. 15, n. 1, p. 23-31, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2004.11.001>. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959378004000809?via%3Dihub>. Acesso em: 13 out. 2024.

SANTOS, M. A. *et al.* **O cerrado brasileiro**: notas para estudo. Textos para Discussão. Belo Horizonte: UFMG/Cedeplar, 2010.

SAWYER, D. *et al.* **Perfil do Ecossistema**: Hotspot de Biodiversidade do Cerrado. Brasília: Supernova, 2018. 248 p.

SCARAMUZZA, C. A. M. *et al.* Land-use and Land-cover mapping of the Brazilian Cerrado based mainly on Landsat-8 satellite images. **Revista Brasileira de Cartografia**, [s. l.], v. 69, n. 6, p. 1041-1051, 2017. DOI: <https://doi.org/10.14393/rbcv69n6-44309>. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/revistabrasileiracartografia/article/view/44309>. 13 out. 2024.

SCHELP, L.K.; BRAGAGNOLO, C. Teoria da Transição Florestal: Uma revisão bibliográfica para os biomas brasileiros. **Textos de Economia**, [s. l.], v. 26, n. 2, p. 01-32, 2023. DOI: <https://doi.org/10.5007/2175-8085.2023.e93917>. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/economia/article/view/93917>. Acesso em: 19 jun. 2025.

STRASSBURG, B *et al.* Moment of truth for the Cerrado hotspot. **Nature Ecology and Evolution**, [s. l.], v. 1, n. 0099, p. 1-3, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41559-017-0099>. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/s41559-017-0099>. Acesso em: 13 out. 2024.

TRIGUEIRO, W. R.; NABOUT, J. C.; TESSAROLO, G. Uncovering the spatial variability of recent deforestation drivers in the Brazilian Cerrado. **Journal of Environmental Management**, [s. l.], v. 275, p. 111243, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.111243>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301479720311671?via%3Dihub>. Acesso em: 13 out. 2024.

UNIÃO INTERNACIONAL PARA CONSERVAÇÃO DA NATUREZA. **A Global Standard for the Identification of Key Biodiversity Areas**. Gland: IUCN, 2016. 37 p.

VILELA, M. D. F.; SOARES, Z. A. B.; WAGNER, E. Pesquisa, transferência de tecnologia e desenvolvimento do Cerrado. *In*: BOLFE, E. L.; SANO, E. E.; CAMPOS, S. K. (Ed.). **Dinâmica agrícola no cerrado**: análises e projeções, Brasília, DF: EMBRAPA, 2020. v. 1, cap. 4, p. 89-139.

WALKER, R. The scale of forest transition: Amazonia and the Atlantic forests of Brazil. **Applied Geography**, [s. l.], v. 32, n. 1, p. 12-20, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2010.10.010>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0143622810001402?via%3Dihub>. Acesso em: 13 out. 2024.

Data de submissão: 09/05/2025

Data de aceite: 08/07/2025