

Transformação do uso e cobertura do solo no Cerrado: o impacto do setor agropecuário de 1985 a 2020

Raquel Moraes de Oliveira^{1†}, Letícia Martins Raposo², Romay C. Garcia³

¹Mestranda no Programa de População, Território e Estatísticas Públicas, Escola Nacional de Ciências Estatísticas

²Departamento de Métodos Quantitativos, Escola de Matemática, Centro de Ciências Exatas e Tecnologia, Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO).

³Professor do programa de Pós graduação em População, território e Estatísticas Públicas na Escola Nacional de Ciências Estatística.

Resumo: Atualmente, o Cerrado tem enfrentado ameaças significativas, em especial devido à expansão agrícola do agronegócio. Apesar de ser o segundo maior bioma do Brasil, possuindo rica biodiversidade com alto endemismo e controlando as principais bacias hidrográficas, pouca conservação foi direcionada a esse hotspot. Este estudo visou descrever mudanças na cobertura e uso do solo no Cerrado entre 1985 e 2020, com foco nas transformações do agronegócio. Usando dados do projeto MapBiomas (versão 6.0), analisamos as áreas naturais e de intervenção humana no bioma. O estudo é quantitativo e descritivo, realizado no software R versão 4.0.3. Em 1985, as áreas naturais ocupavam 136 M ha, enquanto a intervenção humana cobria 62,6 M ha. Em 2020, as áreas naturais reduziram para 109,4 M ha (-19,6%), e a intervenção humana aumentou para 89,1 M ha (+42,3%). Três estados da região Matopiba – Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia – apresentaram maiores aumentos de intervenção humana nos últimos 36 anos, totalizando metade da produção de grãos nacional. Aumentos percentuais decrescentes foram observados na Bahia (405,62%), Piauí (188,11%), Maranhão (150,08%), Pará (146,71%) e Mato Grosso (103,20%). Notavelmente, em 2021, a Bahia sofreu com enchentes, possivelmente ligadas à supressão da vegetação que naturalmente absorve água. Este estudo enfatiza a necessidade de políticas de conservação mais robustas, incluindo fiscalização contra desmatamento, programas de monitoramento via satélite e a delimitação da região Matopiba. Essas ações podem aumentar a resiliência climática do Cerrado nas décadas vindouras.

Palavras-chave: Antropismo; Bioma; Matopiba; Fronteira agrícola; Endemismo.

Transformation of land use and cover in the Cerrado: the impact of the sector agriculture from 1985 to 2020

Abstract: Currently, the Cerrado is facing significant threats, primarily due to the agricultural expansion of agribusiness. Despite being Brazil's second-largest biome, boasting rich biodiversity with high endemism and encompassing key hydrographic basins, limited conservation efforts have been directed towards this hotspot. This study aimed to elucidate shifts in land cover and land use in the Cerrado between 1985 and 2020, with a specific focus on agribusiness-driven transformations. Utilizing data from the MapBiomas project (version 6.0), we examined both natural and human-intervened areas within the biome. The study followed a quantitative and descriptive approach and was conducted using R software version 4.0.3. In 1985, natural areas occupied 136 million hectares (M ha), while human intervention covered 62.6 M ha. By 2020, natural areas had diminished to 109.4 M ha (-19.6%), and human intervention had expanded to 89.1 M ha (+42.3%). Three states within the Matopiba region—Maranhão, Tocantins, Piauí, and Bahia—exhibited the greatest increases in human intervention over the past 36 years, contributing to half of the nation's grain production. Decreasing percentage increases were observed in Bahia (405.62%), Piauí (188.11%), Maranhão (150.08%), Pará (146.71%), and Mato Grosso (103.20%). Notably, in 2021, Bahia experienced floods possibly linked to the removal of vegetation that naturally absorbs water. This study underscores the necessity for more robust conservation policies, encompassing measures against deforestation, satellite-based monitoring programs, and the delineation of the Matopiba region. These actions have the potential to enhance the Cerrado's climatic resilience in the coming decades.

Keywords: Anthropism; Biome; Matopiba; Agricultural frontier; Endemism.

[†]Autora correspondente: moraesdeoliveiraraquel35@gmail.com.

Introdução

O termo “bioma”, proposto por Frederic Edward Clements em 1943, é definido como uma unidade biológica ou espaço geográfico com características específicas determinadas por macroclima, fitofisionomia, solo e altitude (COUTINHO, 2006). Essa definição evoluiu ao longo dos anos. Para Coutinho (2006), um bioma é uma área geográfica uniforme, com dimensões consideráveis, caracterizada por macroclima específico, fitofisionomia, fauna, organismos vivos associados e outras condições ambientais. No Brasil, existem seis principais biomas, incluindo o Cerrado, a maior savana tropical da América do Sul, cobrindo cerca de 24% do território brasileiro (EMBRAPA, 2021).

O Cerrado é composto por diversas fitofisionomias, abrigando uma rica biodiversidade (IBGE, 2012). Este bioma contém 30% das espécies de plantas e animais do país, sendo considerado crucial para a conservação da biodiversidade global (MATHIAS, 2017). Seu clima tropical chuvoso é caracterizado por invernos secos e verões chuvosos, influenciando a vegetação e a distribuição de espécies (SANO; ALMEIDA; RIBEIRO, 2008). Os solos predominantes são latossolos, com baixa fertilidade e influência sobre a vegetação (SANO; ALMEIDA; RIBEIRO, 2008).

O Cerrado é um hotspot de biodiversidade e "berço das águas", contribuindo para bacias hidrográficas importantes (SILVA, 2009; STRASSBURG et al., 2017). No entanto, desde os anos 70, políticas de ocupação desencadearam mudanças na cobertura do solo, especialmente com o crescimento do agronegócio, culminando na criação da fronteira agrícola Matopiba (MATHIAS, 2017). Essa região incorpora vários estados e é caracterizada por vastas áreas planas e mecanizáveis, atraindo tanto agricultura quanto especulação imobiliária (MATHIAS, 2017). Apesar de medidas regulatórias, a expansão agrícola no Matopiba continua, afetando o uso do solo e a posse da terra (OBSERVATÓRIO MATOPIBA, 2020).

As pressões globais pela sustentabilidade impulsionaram ações de conservação no Brasil, resultando em dispositivos legais e sistemas de monitoramento (GIBBS et al., 2015; NEPSTAD et al., 2014). Entretanto, a maioria dessas ações concentrou-se na Amazônia, negligenciando ecossistemas como o Cerrado (FONSECA; VENTICINQUE, 2018; OVERBECK et al., 2015).

Dessa forma, o objetivo deste trabalho consistiu em traçar um panorama do uso e cobertura do solo no Cerrado durante o período de 1985 a 2020, visando analisar o impacto do agronegócio nesse bioma e principalmente na região de Matopiba.

Metodologia

O estudo abrangeu a área extensa do Cerrado, que ocupa mais de dois milhões de km² (~24% do território brasileiro), principalmente nos estados de Goiás, Tocantins, Maranhão, Piauí, Bahia, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, São Paulo, Distrito Federal, além de partes menores no Paraná e Rondônia. Foi adotada uma abordagem quantitativa e descritiva, utilizando dados do projeto MapBiomas (versão 6.0) para analisar a cobertura e uso do solo entre 1985 e 2020.

O projeto MapBiomas, iniciado em 2015, é um esforço colaborativo que envolve instituições governamentais, ONGs, empresas, institutos de pesquisa e universidades nacionais e internacionais. Seu objetivo principal é mapear anualmente a cobertura e uso do solo no Brasil para promover a conservação dos recursos naturais e mitigar as mudanças climáticas. Para o Cerrado, foram gerados mapas anuais de 1985 a 2020, totalizando 36 anos de mapeamento.

O processo de mapeamento inicia-se com o uso de imagens do satélite Landsat, com 30 metros de resolução de pixels, disponíveis na plataforma Google Earth Engine. As imagens são limpas para remover nuvens e artefatos, e métricas são extraídas para cada pixel. O processo inclui classificação

automática, com a técnica de aprendizado de máquina *random forest*, filtragem espacial e temporal, integração de mapas por classe e criação de mapas de transição. A acurácia da coleção 6 no Cerrado foi de 74,9%, com discordância de alocação de 16,5% e discordância de área de 8,6%.

Os dados utilizados no estudo contém informações sobre a cobertura e uso do solo em quatro níveis (1 a 4) para cada unidade federativa no Cerrado. Além disso, os estados do Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia foram avaliados conjuntamente para representar a região de Matopiba. Os dados foram extraídos a partir de <https://mapbiomas.org/estatisticas>, coleção 6.0, na opção “cobertura e transições bioma & estados”.

Para avaliar as mudanças na cobertura e uso do solo no Cerrado, realizou-se uma análise exploratória dos dados, buscando resumir e identificar as principais transformações ao longo dos últimos 36 anos. Os resultados foram apresentados em tabelas, gráficos e medidas-resumo. Toda a análise foi conduzida no software R versão 4.1.0, e tabelas e gráficos foram elaborados com base nos dados brutos do MapBiomas.

Resultados

O estudo em questão analisou as mudanças na cobertura do solo no bioma Cerrado ao longo de 36 anos, com foco nas atividades humanas, especialmente aquelas ligadas ao agronegócio. A Tabela 1 mostra as áreas ocupadas pelo uso do solo no Cerrado entre 1985 e 2020, tanto pela ação humana quanto pela cobertura natural. Em 1985, a vegetação natural ocupava aproximadamente 136 milhões de hectares (M ha), enquanto a área transformada por ação humana era de 62,6 M ha. Em 2020, a vegetação natural caiu para 109,4 M ha, uma queda de 19,6%, enquanto a área impactada pela ação humana aumentou para cerca de 89,1 M ha, um aumento de 42,3%.

Tabela 1. Área ocupada por ação antrópica ou cobertura natural (milhões de hectares) durante os anos de 1985 a 2020.

Cobertura	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020
Antrópica	62,60	65,89	71,44	75,58	80,68	83,14	86,18	89,09
Natural	135,85	132,56	127,01	122,87	117,77	115,31	112,27	109,36

Fonte: Elaborada pelos autores com base nos dados do MapBiomas (2021).

A Tabela 2 detalha a porcentagem de ocupação por ação antrópica nos anos de 1985 e 2020, dividida pelas unidades federativas do Cerrado. Exceto pelo Paraná, todas as demais unidades apresentaram aumento na área ocupada por ação humana. As maiores porcentagens de aumento nas áreas impactadas foram observadas na Bahia (405,62%), Piauí (188,11%), Maranhão (150,08%), Pará (146,71%) e Mato Grosso (103,20%). Dessas unidades, três estão na região de Matopiba.

A região de Matopiba apresentou um aumento de mais de 152% na área ocupada por ação humana, enquanto os demais estados tiveram um aumento de 30% em conjunto. Em 1985, Matopiba tinha 6,03 M ha ocupados por ação humana, representando 8,53% da região. Em 2020, essa área subiu para 14,83 M ha, ou quase 22% da região (dados não mostrados).

Tabela 2. Porcentagem de ocupação por ação antrópica nos anos de 1985 e 2020. Os estados que compõem a região de Matopiba estão marcados em cinza.

UF	1985 (%)	2020 (%)	Aumento (%)
BA	6,00	30,31	405,62
DF	45,80	57,01	24,47
GO	52,16	63,83	22,38
MA	7,42	18,57	150,08
MT	19,70	40,03	103,20
MS	59,15	74,62	26,15
MG	47,88	55,97	16,89
PA	14,31	35,32	146,71
PR	72,71	67,27	-7,49
PI	4,50	12,95	188,11
RO	8,61	16,94	96,69
SP	75,65	81,96	8,06
TO	12,64	24,97	97,48

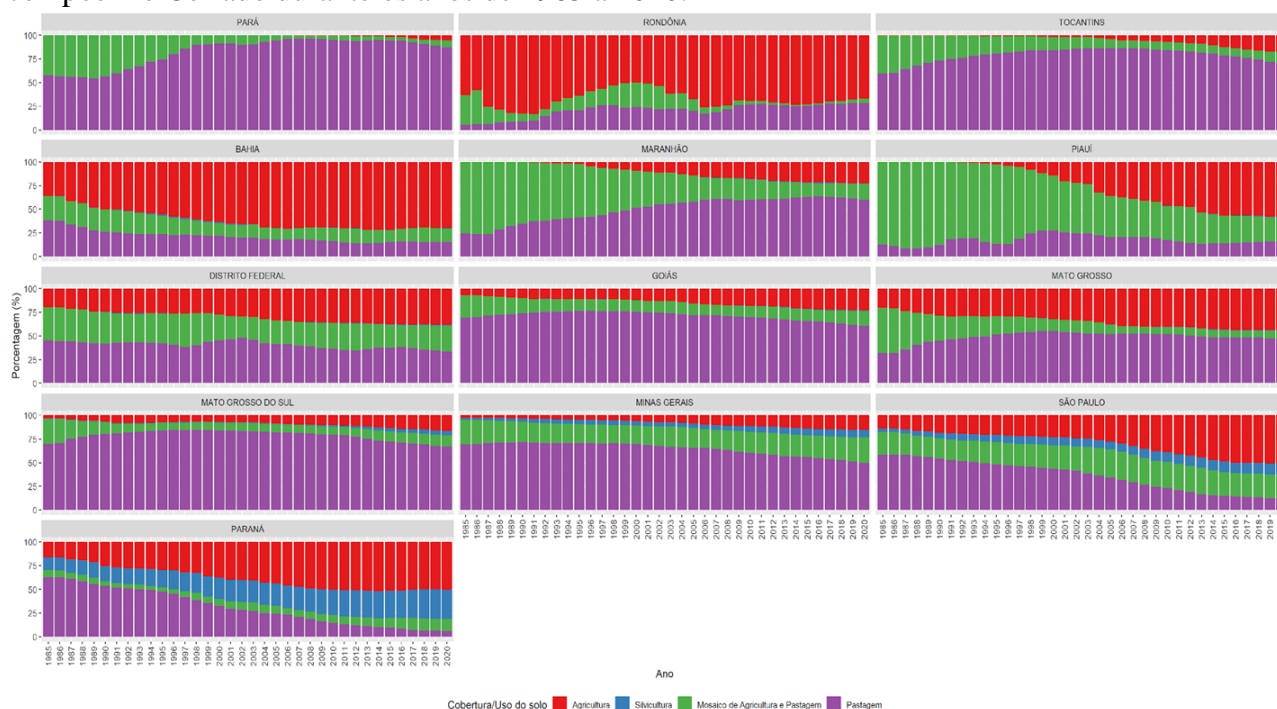
Fonte: Elaborada pela autora com base nos dados do MapBiomias (2021).

A agropecuária ocupava 61,84 M ha em 1985, equivalente a 31,16% da área total do Cerrado. Em 2020, esse número subiu para 87,66 M ha, correspondendo a 44,17% do total (dados não mostrados). O uso de pastagem foi predominante, embora tenha diminuído a partir de 2007. Mosaicos de agricultura e pastagem eram maiores que a agricultura até 2001, quando a área de agricultura aumentou significativamente, crescendo cerca de 465% ao longo dos anos (dados não mostrados).

Ao avaliar pelas UFs, é possível discernir distintos padrões de exploração do solo no bioma Cerrado, conforme representado na Figura 1. Os estados do Pará, Tocantins, Mato Grosso do Sul e Minas Gerais demonstraram, consistentemente ao longo de todos os anos examinados, uma predominância no uso do solo para pastagem. Por outro lado, o Maranhão apresentou, nos anos iniciais, uma combinação de mosaicos de agricultura e pastagem que englobavam a maior proporção da área explorada, com uma subsequente alteração de perfil para um uso majoritário voltado para pastagem nos anos mais recentes. Em contraste, os estados de Rondônia e Bahia tiveram seus solos do Cerrado mais intensamente explorados pela agricultura, enquanto estados como Piauí, Mato Grosso, Paraná e São Paulo testemunharam um aumento considerável nesse tipo de exploração nos últimos anos. O Distrito Federal exibiu um equilíbrio notável entre o uso voltado para agricultura, mosaicos de agricultura e pastagem, e pastagem. Vale ressaltar que apenas Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, São Paulo e Paraná alocaram parcelas significativas de seus solos para atividades de silvicultura, sendo essa prática mais proeminente no estado sulista.

Adicionalmente, observou-se que, em todas as UFs, com exceção de Rondônia, a agricultura apresentou o maior aumento em relação à pastagem. Além disso, as UFs do Distrito Federal, Minas Gerais, Paraná e São Paulo experimentaram uma diminuição na área ocupada por pastagem. Ademais, é importante mencionar que os estados que compõem a região de Matopiba exibiram as maiores taxas de aumento na utilização do solo para fins agrícolas, conforme detalhes não especificados nos dados apresentados.

Figura 1. Evolução do uso de cobertura do solo pela agropecuária nos diferentes estados que compõem o Cerrado durante os anos de 1985 a 2020.



Fonte: Elaborada pela autora com base nos dados do MapBiomias (2021).

A partir de 1999, a cultura da soja experimentou um crescimento substancial no bioma Cerrado, superando outras culturas temporárias que anteriormente dominavam a parcela predominante de uso da terra na agricultura. Em 1985, a área de cultivo de soja abrangia aproximadamente 0,90 M ha. Em 2003, essa extensão aumentou para 8,08 M ha, refletindo um crescimento de aproximadamente 800%. Em 2020, a área de cultivo de soja já ocupava mais de 17 M ha, representando um aumento de mais de 1860% em relação a 1985. Outra cultura notável é a de cana-de-açúcar. Em 1985, 0,30 M ha do bioma Cerrado eram dedicados ao cultivo de cana. Em 2020, essa área aumentou para 3,08 M ha, indicando um crescimento de mais de 900% em sua expansão (dados não exibidos).

A Figura 2 ilustra a distribuição das culturas ao longo do período de 1985 a 2020 nos diversos estados do bioma Cerrado. Observa-se que, na maioria dos estados, houve um aumento no uso da terra para o cultivo de soja ao longo do tempo, particularmente a partir dos anos 2000. Notavelmente, no Tocantins, até os anos 2000, o cultivo de arroz predominava no bioma Cerrado, com sua participação reduzindo gradualmente ao longo dos anos, à medida que a soja ganhava significativa presença. Por outro lado, no estado do Piauí, até 1990, o cultivo de cana-de-açúcar era proeminente, cedendo espaço, a partir de 1991, para outras culturas temporárias e para a soja. Em 2020, mais de 75% das áreas dedicadas ao cultivo eram destinadas à soja.

Em São Paulo, diferentemente dos outros estados, as plantações de cana-de-açúcar predominaram ao longo dos anos, com a presença também de plantações de citros. As plantações de café eram mais proeminentes no estado de Minas Gerais, mas a soja passou a predominar nos anos mais recentes. Distrito Federal, Mato Grosso e Paraná apresentaram principalmente plantações de soja e outras culturas temporárias. No que diz respeito às culturas perenes, essas eram mais notáveis nos estados da Bahia, Goiás, Minas Gerais e São Paulo.

Figura 2. Evolução do uso de cobertura do solo pelas lavouras temporárias e perenes nos diferentes estados que compõem o Cerrado durante os anos de 1985 a 2020.



Fonte: Elaborada pela autora com base nos dados do MapBiomias (2021).

Discussão

Este estudo se propôs a oferecer uma análise abrangente da influência da atividade humana no bioma Cerrado durante o período de 1985 a 2020, com uma ênfase particular no setor do agronegócio, baseando-se em dados relativos ao uso da terra para agricultura e pastagem. Adicionalmente, o estudo focalizou o impacto do agronegócio na região de Matopiba, reconhecida por uma intensa exploração nos últimos anos. Para realizar esta análise, foram utilizados dados provenientes da iniciativa MapBiomias.

Os resultados obtidos neste estudo corroboram o atual quadro de vulnerabilidade do bioma Cerrado, apesar da necessidade premente de preservar sua biodiversidade. Os dados utilizados evidenciam um aumento de mais de 40% na utilização do solo do Cerrado pela atividade humana nos últimos 36 anos, ao mesmo tempo em que a cobertura vegetal natural do bioma diminuiu em cerca de 20%. Essa tendência pode ser explicada pela transição gradual do Cerrado para uma paisagem dominada pela agricultura, com destaque para o agronegócio. O Brasil, como um dos principais produtores mundiais de produtos agrícolas, incluindo commodities, concentra grande parte de sua produção na fronteira agrícola que abrange a região da Amazônia e do Cerrado (RATTIS et al., 2021).

De acordo com Overbeck e colaboradores (2015), o Cerrado perdeu aproximadamente 92.712 km² de ecossistemas naturais para conversão agrícola entre 2002 e 2009, uma redução de 8,1%, em

comparação com 3,1% na Amazônia. Este fenômeno reflete a ineficácia das políticas públicas para a preservação do bioma Cerrado, bem como os desafios associados ao monitoramento do desmatamento. A Constituição Federal do Brasil, em seu artigo 225, enfatiza o direito de todos a um ambiente ecologicamente equilibrado, mas, notavelmente, não inclui o bioma Cerrado na proteção das futuras gerações, reservando essa consideração apenas para outros biomas (BRASIL, 1988).

É importante destacar que, apesar da importância crucial do monitoramento do Cerrado para orientar políticas públicas e preservar os serviços ecossistêmicos fundamentais, o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) anunciou em janeiro de 2022 que o serviço estava sob ameaça de interrupção em abril de 2022, o que resultaria na suspensão dos alertas diários emitidos pelo projeto DETER e na falta de informações detalhadas anuais sobre o desmatamento pelo PRODES (G1, 2022). No entanto, a sociedade civil mobilizou-se e o MapBiomas anunciou a criação de um Sistema de Alerta de Desmatamento (SAD) específico para o Cerrado, que poderá ser ativado a qualquer momento para garantir o monitoramento (MAPBIOMAS, 2022).

Quando se trata de comparar as áreas de 1985 e 2020, este estudo revela que os estados da Bahia, Piauí, Maranhão, Pará e Mato Grosso experimentaram as maiores taxas de aumento na área explorada pela atividade humana. Três desses estados fazem parte da região de Matopiba. Apesar de Rondônia não estar entre os cinco primeiros, ele ainda testemunhou um aumento de quase 100% na área explorada. A região de Matopiba, especificamente, viu um crescimento exponencial de mais de 152% na área explorada pela atividade humana ao longo dos últimos 36 anos, superando significativamente o crescimento observado nos demais estados, que totalizaram um aumento de 30%. Esse aumento substancial na exploração do solo em Matopiba pode ser atribuído às condições favoráveis para o agronegócio em escala, como vastas extensões de terras planas e mecanizáveis com acesso a recursos hídricos abundantes. Além disso, a crise econômica global e a queda do mercado imobiliário nos Estados Unidos a partir de 2008 tornaram a região um alvo para investidores e instituições financeiras internacionais, que visavam principalmente à especulação com terras agrícolas no Brasil (MATHIAS, 2017; PITTA; CERDAS; MENDONÇA, 2018). Essas ações tiveram um impacto significativo no perfil do agronegócio nacional, incentivando a entrada de empresas estrangeiras em diversos setores, incluindo agricultura, finanças, automobilismo e petróleo (MENDONÇA; PITTA; XAVIER, 2012).

Quanto ao tipo de uso do solo pela atividade humana, a agropecuária explorava aproximadamente 61,84 milhões de hectares do Cerrado em 1985, representando 31,16% da área total do bioma. Em 2020, esse número havia aumentado para 87,66 milhões de hectares, correspondendo a 44,17% do total. A área dedicada à agricultura registrou um aumento notável de cerca de 465% durante o período de 36 anos analisado.

Embora a utilização do solo para pastagem seja mais extensa do que outras atividades, observou-se que, a partir de 2007, houve uma redução nesse uso, acompanhada por um aumento substancial na agricultura. Isso se deve em parte à oportunidade para o agronegócio expandir a produção de soja em áreas anteriormente destinadas à pastagem, sem a necessidade de novos desmatamentos. Essa transição da pecuária para a soja já está ocorrendo nas fronteiras agrícolas estabelecidas (RUDORFF; RISSO, 2018). De acordo com dados do Probio e do TerraClass Cerrado (2015), aproximadamente 5,3 milhões de hectares de pastagens cultivadas em 2002 foram convertidos em lavouras em 2013, enquanto outros 1,1 milhão de hectares foram transformados em áreas de reflorestamento, principalmente com eucalipto (BRASIL, 2015b).

Analisando os dados do MapBiomas, o estudo também observa que, em todas as unidades federativas, com exceção de Rondônia, a agricultura apresentou um aumento percentual maior do que a pastagem. Distrito Federal, Minas Gerais, Paraná e São Paulo, por outro lado, viram uma diminuição na área dedicada à pastagem. Além disso, os estados que compõem Matopiba registraram os maiores

aumentos percentuais no uso do solo para agricultura, indicando uma expansão substancial, como já observado em estudos anteriores (Miranda, Magalhães e Carvalho, 2014; Sano e colaboradores, 2019). Rattis e colegas (2021) destacam a importância da região para o agronegócio, pois nela está concentrada metade de toda a produção agrícola do Brasil.

Adicionalmente, é relevante notar que, na última década, mais da metade da expansão agrícola no Cerrado ocorreu em áreas anteriormente destinadas à pastagem, com exceção de Matopiba, que, por falta de áreas já exploradas pela atividade humana adequadas para a agricultura, viu a maior parte da expansão ocorrer em áreas de vegetação nativa (RUDORFF; RISSO, 2018).

Conforme evidenciado pelos dados do MapBiomias, o estado da Bahia experimentou o maior aumento no uso do solo pela atividade humana nos últimos 36 anos, com um incremento de cerca de 400%. Esse aumento é ainda mais notável quando se trata de agricultura, registrando um aumento de quase 900% nessa categoria. Pesquisas anteriores indicam que a região oeste da Bahia, parte de Matopiba, testemunhou quase um triplo crescimento na agricultura empresarial entre 1984 e 2008, bem como um aumento de quase 80% na agricultura de pequena escala no mesmo período (Passos, Rocha e Hadlich, 2010). Segundo a CONAB (2022), em 2021, a Bahia cultivou 3,2 milhões de hectares, com uma produção estimada de 10,4 milhões de toneladas de grãos na safra 2020/2021, representando um aumento de 3,3% em relação à safra anterior, com destaque para o cultivo de soja.

É crucial ressaltar que a Bahia tem sido palco de eventos naturais extremos, como inundações históricas, deslocamento de famílias e áreas declaradas em estado de calamidade pública. Segundo um relatório do jornal Nexo de dezembro de 2021, as chuvas intensas no sul da Bahia foram atribuídas a um ciclone extratropical formado no oceano Atlântico (NEXO JORNAL, 2021). No entanto, especialistas argumentam que esses eventos estão diretamente relacionados ao desmatamento na região, que atingiu níveis alarmantes e afetou os padrões de chuva em diversas áreas. Juarez Mota, professor do Departamento de Geociências da Universidade Federal do Maranhão, enfatiza que a conversão da mata nativa em agropecuária, como ocorre em Matopiba, é um dos principais fatores que contribuem para as inundações. A expansão do agronegócio tem um impacto significativo e todas essas alterações na vegetação original têm consequências graves para a biodiversidade local, bem como para os serviços ecossistêmicos, como a regulação da água, do solo e a manutenção do clima, que são fundamentais para a produção de alimentos (CASTRO, 2022).

Este estudo também apresenta uma visão abrangente dos padrões de cultivo no Cerrado ao longo do período de 1985 a 2020. Observou-se um aumento significativo no cultivo de soja na maioria dos estados, particularmente a partir dos anos 2000. Rattis e colaboradores (2021) destacam que a soja (*Glycine max* L.) e o milho (*Zea mays* L.) foram adaptados para crescer no Brasil, que antes era um grande importador de alimentos. Hoje, o Brasil é o maior produtor mundial de soja e desempenha um papel central na produção de milho. Em 2020, de acordo com os dados do MapBiomias, mais de 75% das áreas cultivadas eram dedicadas ao cultivo de soja.

No entanto, a produção agrícola em larga escala no Cerrado tem um custo ambiental significativo. A diminuição da vegetação nativa no Cerrado está diretamente relacionada à perda de habitats e à ameaça de extinção de espécies. Além disso, contribui para a escassez de serviços ecossistêmicos essenciais, como a regulação do ciclo da água e do solo, a manutenção do microclima e do macroclima da região. Estes serviços são cruciais para a produção de alimentos (MYERS et al., 2000; KLINK; MACHADO, 2005; OVERBECK et al., 2015; STRASSBURG et al., 2017; RATTIS et al., 2021).

Rattis e colaboradores (2021) observam que o clima na região da fronteira agrícola Amazônica e do Cerrado tem se tornado progressivamente mais quente e seco, com uma perda de 28% da área agrícola nessa região. O desmatamento é uma das principais causas dessas mudanças climáticas. O mesmo estudo estima que até 2030 cerca de 50% dessa área sairá da zona climática considerada ideal

para o cultivo de sementes no Brasil. Para mitigar essas mudanças e evitar a perda de áreas agrícolas produtivas, é essencial criar resiliência climática na paisagem do Cerrado, expandindo áreas de preservação ambiental, uma vez que são as áreas de vegetação nativa que contribuem para essa resiliência (MYERS et al., 2000; KLINK; MACHADO, 2005; OVERBECK et al., 2015; STRASSBURG et al., 2017; RATTIS et al., 2021).

Além disso, de acordo com a Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO), o modelo de agronegócio é insustentável e representa uma ameaça à segurança alimentar, devido à rápida degradação dos ecossistemas onde opera. O uso excessivo de agrotóxicos e fertilizantes sintéticos empobrece o solo e polui as águas, afetando negativamente a qualidade dos recursos naturais. A FAO enfatiza a necessidade de uma transição da agricultura convencional para a agricultura agroecológica, que promove a reciclagem de nutrientes, o controle biológico de pragas, a diversificação da produção de alimentos e a conservação da biodiversidade, respeitando os processos naturais (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION, 2017).

Uma das limitações deste estudo reside no uso exclusivo de dados da iniciativa MapBiomas para mapear o uso do solo, uma vez que esse método apresenta incertezas devido à complexidade do mapeamento em áreas sujeitas a coberturas de nuvens persistentes, sazonalidade climática variável e mudanças dinâmicas nas classes de uso do solo (SANO et al., 2007; SILVA; SANO, 2016).

A pesar das limitações, este estudo proporcionou uma visão abrangente da transformação do Cerrado ao longo das últimas décadas, revelando um crescimento significativo da influência do agronegócio em detrimento do bioma. A expansão da agricultura e pecuária trouxe consigo uma série de desafios sociais e ambientais, desde a robotização das atividades rurais até a contaminação dos recursos naturais, o empobrecimento do solo e a ameaça à biodiversidade. O Cerrado, apesar de sua importância como um dos biomas mais ricos em biodiversidade, ainda não recebe o reconhecimento constitucional adequado, o que perpetua o ciclo de exploração desenfreada. Diante disso, urge a necessidade de uma abordagem de ecodesenvolvimento, promovendo um equilíbrio entre o crescimento econômico e a preservação ambiental, bem como a inclusão de medidas como a delimitação de áreas críticas como Matopiba, a expansão das áreas de conservação, a transição para práticas agroecológicas e o apoio aos pequenos agricultores. Somente por meio de ações concretas e coordenadas poderemos proteger o Cerrado, garantir a saúde do nosso planeta e das gerações futuras, e promover justiça social e econômica. É fundamental que a sociedade e as autoridades se unam em prol da preservação deste ecossistema vital.

Referências

BRASIL. II Plano Nacional de Desenvolvimento. *Secretaria de Planejamento da Presidência da República*. 1975. Acesso em: 04 nov. 21. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/1970-1979/anexo/ANL6151-74.PDF.

BRASIL. Constituição Federal. *planalto*. 1988. Acesso em: 09 jan. 22. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm.

_____. Decreto N° 8447. *Presidência da República, Secretaria-Geral, Subchefia para Assuntos Jurídicos*,. 2015a. Acesso em: 03 fev. 22. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/decreto/d8447.htm.

_____. Decreto N° 10.473. *Presidência da República, Secretaria-Geral, Subchefia para Assuntos Jurídicos*,. 2020. Acesso em: 02 fev. 22. Disponível em:

http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/decreto/D10473.htm.

CASTRO, M. Matopiba: crescimento do agronegócio é um dos responsáveis por | Geral. *Brasil de fato*, [s.l.], 2022.

CHAVEIRO, E. F.; CASTILHO, D. Cerrado: patrimônio genético, cultural e simbólico. *Revista Mirante*, [s.l.], v. 2, nº 1, 2007.

CONAB. Conab - Boletim da Safra de Grãos. 2022. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>. Acesso em: 02/fev./22.

COUTINHO, L. M. The biome concept. *Acta Botanica Brasilica*, [s.l.], v. 20, nº 1, p. 13–23, 2006. DOI: 10.1590/S0102-33062006000100002. Biomas brasileiros. In: Textos Oficina de (Org.). São Paulo: [s.n.], 2016. v. 1, 28 p. ISBN: 978-85-7975-254-4.

EMBRAPA. *Bioma Cerrado*. 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/cerrados/colecao-entomologica/bioma-cerrado>. Acesso em: 08 dez. 21.

_____. *O Pantanal* - Portal Embrapa. [s.d.]. Acesso em: 03 fev. 22. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/pantanal/apresentacao/o-pantanal>.

EMBRAPA SOLOS. Relatório de Gestão 2009. EMBRAPA. 2009. Disponível em: <https://www.embrapa.br/documents/1355219/13945565/Relatório+de+Gestão+-+Embrapa+Solos+-+2009/2c7a7b06-6b81-4eeb-862e-1a6d6ffdcddf>. Acesso em: 03/fev./22. ISSN: ISSN 1517-2627.

FONSECA, C. R.; VENTICINQUE, E. M. Biodiversity conservation gaps in Brazil: A role for systematic conservation planning. *Perspectives in Ecology and Conservation*, [s.l.], v. 16, nº 2, p. 61–67, 2018. ISSN: 25300644, DOI: 10.1016/J.PECON.2018.03.001.

FREDERICO, S.; ALMEIDA, M. C. De. Capital financeiro, land grabbing e a multiescalaridade na grilagem de terra na região do MATOPIBA. *REVISTA NERA*, [s.l.], v. 0, nº 47, p. 123–147, 2019. ISSN: 1806-6755, DOI: 10.47946/RNERA.V0I47.6268.

G1. *Por falta de verba, Inpe diz que vai desmontar equipe que monitora o desmatamento do Cerrado* | Jornal Nacional | G1. 2022. Acesso em: 02 fev. 22. Disponível em: <https://g1.globo.com/jornal-nacional/noticia/2022/01/07/por-falta-de-verba-inpe-diz-que-vai-desmontar-equipe-que-monitora-o-desmatamento-do-cerrado.ghtml>.

GIBBS, H. K. et al. Brazil's Soy Moratorium. *Science*, [s.l.], v. 347, nº 6220, p. 377–378, 2015. DOI: 10.1126/SCIENCE.AAA0181.

IBGE. *Manual Técnico da Vegetação Brasileira*. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. [s.l.]: [s.n.], 2012. 1–271 p. ISBN: 9788524042720.

JEPSON, W. A Disappearing Biome? Reconsidering Land-Cover Change in the Brazilian Savanna. *The Geographical Journal*, [s.l.], v. 171, nº 2, p. 99–111, 2005.

- KLINK, C. A.; MACHADO, R. B. A conservação do Cerrado brasileiro. *Megadiversidade* [s.l.], v. 1, 2005. Acesso em 04 fev 2022. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/228342037_A_conservacao_do_Cerrado_brasileiro.
- LOYOLA, R. Brazil cannot risk its environmental leadership. *Diversity and Distributions*, [s.l.], v. 20, nº 12, p. 1365–1367, 2014. ISSN: 1472-4642, DOI: 10.1111/DDI.12252.
- MATHIAS, M. Matopiba: na fronteira entre a vida e o capital. *FIOCRUZ*. 2017. Disponível em: <https://www.epsjv.fiocruz.br/noticias/reportagem/matopiba-na-fronteira-entre-a-vida-e-o-capital>. Acesso em: 03 fev. 22.
- MENDONÇA, M. L.; PITTA, F. T.; XAVIER, C. V. *A agroindústria canavieira e a crise econômica mundial*. [s.l.]: [s.n.], 2012. Disponível em: www.social.org.br. Acesso em: 04 fev. 22. ISBN: 978-85-64421-34-9.
- NEPSTAD, D. et al. Slowing Amazon deforestation through public policy and interventions in beef and soy supply chains. *Science*, [s.l.], v. 344, nº 6188, p. 1118–1123, 2014. ISSN: 10959203, DOI: 10.1126/SCIENCE.1248525/SUPPL_FILE/1248525.NEPSTAD.SM.PDF.
- NEXO JORNAL. Chuvas na Bahia colocam cidades em situação de emergência | Nexo Jornal. *Nexo Jornal*. 2021. Disponível em: <https://www.nexojornal.com.br/extra/2021/12/10/Chuvas-na-Bahia-colocam-cidades-em-situacao-de-emergencia>. Acesso em: 03 fev. 22.
- OBSERVATÓRIO MATOPIBA. *Observatório Matopiba*, 2020. Disponível em: <https://observatorio-matopiba.com.br/>. Acesso em: 03 fev. 22.
- OLIVEIRA-FILHO, A. T.; RATTER, J. A. Vegetation Physiognomies and Woody Flora of the Cerrado Biome. In: OLIVEIRA, P. S.; MARQUIS, R. J. (Orgs.). *The Cerrados of Brazil: Ecology and Natural History of a Neotropical Savanna*. New York: Columbia University Press, 2002. p. 91–120. DOI: 10.7312/OLIV12042-007/HTML.
- OVERBECK, G. E. et al. Conservation in Brazil needs to include non-forest ecosystems. *Diversity and Distributions*, [s.l.], v. 21, nº 12, p. 1455–1460, 2015. ISSN: 1472-4642, DOI: 10.1111/DDI.12380.
- PASSOS, A. L. O.; ROCHA, S. S.; HADLICH, G. M. Evolução do uso do solo e agronegócio na região oeste do estado da Bahia. *Cadernos de Geociências*, [s.l.], v. 7, p. 31–39, 2010.
- PITTA, F. T.; CERDAS, G.; MENDONÇA, M. L. *Imobiliárias agrícolas transnacionais e a especulação com terras na região do Matopiba*. [s.l.]: [s.n.], 2018. Disponível em: <https://www.social.org.br/index.php/pub/revistas-portugues/207-imobilia-rias-agri-colas-transnacionais-e-a-especulac-a-o-com-terras-na-regiao-o-do-matopiba.html>. Acesso em: 04/fev./22.
- PRADO, L. de A.; MIZIARA, F.; FERREIRA, M. E. Expansão da fronteira agrícola e mudanças no uso do solo na região sul de Goiás: ação antrópica e características naturais do espaço. *B.goiano.geogr*, [s.l.], v. 32, nº 1, p. 151–165, 2012.

Projeto MapBiomas – Coleção [6.0] da Série Anual de Mapas de Uso e Cobertura da Terra do Brasil, acessado em 04/fev./22 através do link: <https://brasil.mapbiomas.org/estatisticas/>.

RATTIS, L. et al. Climatic limit for agriculture in Brazil. *Nature Climate Change*, 2021 11:12, [s.l.], v. 11, n° 12, p. 1098–1104, 2021. ISSN: 1758-6798, DOI: 10.1038/s41558-021-01214-3.

REATTO, A. et al. Caracterização mineralógica, potencial de reserva e sustentabilidade agrícola de alguns sítios florestais de eucalipto da região do Vale do Rio Doce (MG). *Rev. Bras. Ciênc. Solo*, [s.l.], v. 22, n° 2, p. 1–12, 1998.

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. Fitofisionomias do bioma cerrado. In: EMBRAPA-CPAC (Org.). *Cerrado: ambiente e flora*. Planaltina: [s.n.], 1988. p. 89–166.

RUDORFF, B.; RISSO, J. Análise Geoespacial da Dinâmica da Soja no Bioma Cerrado: 2014 a 2017. Florianópolis: [s.n.], 2018. ISBN: 9788554011000.

SANO, Edson Eyj et al. Land use dynamics in the Brazilian Cerrado in the period from 2002 to 2013. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, [s.l.], v. 54, 2019. ISSN: 0100-204X, DOI: 10.1590/S1678-3921.PAB2019.V54.00138.

SANO, Edson Eyji et al. Mapeamento de Cobertura Vegetal do Bioma Cerrado: estratégias e resultados. In: EMBRAPA. Planaltina: [s.n.], 2007. Disponível em: <http://www.cpac.embrapa.br>. Acesso em: 16 nov. 21. ISSN: 1517-5111.

SANO, S.; ALMEIDA, S.; RIBEIRO, J. Cerrado: ecologia e flora. *Brasília, DF: Embrapa*. [s.l.]: [s.n.], 2008. 1.279p. p. ISBN: 9788573833973.

SILVA, C. E. M. Ordenamento Territorial no Cerrado brasileiro: da fronteira monocultora a modelos baseados na sociobiodiversidade. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, [s.l.], v. 19, n° 0, 2009. ISSN: 2176-9109, DOI: 10.5380/DMA.V19I0.16407.

SILVA, L.; SANO, E. Análise das imagens do satélite Rapideye para discriminação da cobertura vegetal do bioma Cerrado. *Revista Brasileira de Cartografia*, [s.l.], v. 68, n° 7, p. 1269–1283, 2016.

STRASSBURG, B. B. N. et al. Moment of truth for the Cerrado hotspot. *Nature Ecology & Evolution* 2017 1:4, [s.l.], v. 1, n° 4, p. 1–3, 2017. ISSN: 2397-334X, DOI: 10.1038/s41559-017-0099.