

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS  
FACULDADE DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E AMBIENTAIS  
CURSO DE GESTÃO AMBIENTAL**

**CAROLINA LIE OKAZACHI FERREIRA**

**DESMATAMENTO NO CERRADO DO CENTRO-OESTE BRASILEIRO:  
UMA ANÁLISE ECONOMETRICA**

**DOURADOS - MS**

**2024**

CAROLINA LIE OKAZACHI FERREIRA

**DESMATAMENTO NO CERRADO DO CENTRO-OESTE BRASILEIRO:  
UMA ANÁLISE ECONOMETRICA**

Trabalho de Conclusão de Curso II (TCC II),  
apresentado à Universidade Federal da Grande  
Dourados – UFGD, como parte das exigências  
para a obtenção do título de Bacharel em Gestão  
Ambiental.

Orientador:

Prof. Dr. Jonathan Gonçalves da Silva

Banca examinadora:

Profa. Dra. Roselaine Bonfim de Almeida

Prof. Dr. Joelson Gonçalves Pereira

DOURADOS - MS

2024

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

F382d Ferreira, Carolina Lie Okazachi  
DESMATAMENTO NO CERRADO DO CENTRO-OESTE BRASILEIRO: UMA ANÁLISE  
ECONOMÉTRICA [recurso eletrônico] / Carolina Lie Okazachi Ferreira. -- 2024.  
Arquivo em formato pdf.

Orientador: Jonathan Gonçalves da Silva.  
TCC (Graduação em Gestão Ambiental)-Universidade Federal da Grande Dourados, 2024.  
Disponível no Repositório Institucional da UFGD em:  
<https://portal.ufgd.edu.br/setor/biblioteca/repositorio>

1. Cerrado brasileiro. 2. Agropecuária. 3. Produtividade agrícola. 4. Paradoxo de Jevons. 5. Efeito rebote. I. Silva, Jonathan Gonçalves Da. II. Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

©Direitos reservados. Permitido a reprodução parcial desde que citada a fonte.

**CAROLINA LIE OKAZACHI FERREIRA**

**TÍTULO: Desmatamento no Cerrado do Centro-Oeste brasileiro: uma análise  
econométrica**

Trabalho de Conclusão de Curso aprovado  
pela Banca Examinadora como requisito  
parcial para obtenção do título de Bacharel  
em Gestão Ambiental, da Universidade  
Federal da Grande Dourados.

Aprovado em: 28/06/2024

**BANCA EXAMINADORA**

Documento assinado digitalmente  
 **JONATHAN GONCALVES DA SILVA**  
Data: 05/07/2024 15:27:24-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

**Jonathan Gonçalves da Silva**  
Presidente

Documento assinado digitalmente  
 **ROSELAINÉ BONFIM DE ALMEIDA**  
Data: 08/07/2024 12:31:29-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

**Roselaine Bonfim de Almeida**  
Membro

Documento assinado digitalmente  
 **JOELSON GONCALVES PEREIRA**  
Data: 06/07/2024 07:31:13-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

**Joelson Gonçalves Pereira**  
Membro

## AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, minha mãe Kátia e meu pai Guilherme, que sempre acreditaram no meu potencial e me incentivaram a sempre correr atrás do que faz sentido para mim. Que mesmo do outro lado do mundo vibram com as minhas conquistas e fazem o impossível para que eu possa viver os meus sonhos. Sem eles, certamente esse trabalho não teria sido concluído.

À minha irmã, Maria Clara, a quem todos os dias, mesmo que inconscientemente, tento inspirar, mas na realidade, é ela quem me influencia nas minhas melhores tomadas de decisão e nas escolhas das minhas batalhas, a exemplo concluir esta graduação.

Ao meu namorado Lucas, por estar ao meu lado desde a concepção desse trabalho, suportando o meu mau humor e minha ansiedade, sempre me tranquilizando de que daria tudo certo. Por também ser o meu parceiro de vida e tornar os meus dias mais leves, principalmente nos últimos meses.

Ao meu orientador professor Jonathan, por todo o trabalho percorrido nesses dois anos de orientação, por toda a paciência e todos os apontamentos que foram essenciais para que fosse possível colher bons frutos desse trabalho.

À professora Roselaine e ao professor Joelson, por aceitarem fazer parte da banca e por contribuírem com o desenvolvimento da minha pesquisa, neste e em trabalhos anteriores.

Ao professor Leandro, pelo auxílio com a rotina de testes finais que subsidiaram as análises do trabalho.

Aos meus amigos de graduação, presentes que o curso de Gestão Ambiental me proporcionou, em especial, Ana Alice, Guilherme e João Vítor, com quem pude construir boas memórias no campus.

E, por último, mas não menos importante, ao Universo, por me colocar em meio a tantas pessoas especiais (mesmo aquelas que aqui não foram mencionadas) e me proporcionar vivências incríveis.

A todos sou eternamente grata.

*“(...)Desmatam tudo, assoreiam nossos rios,  
Dizem que o meu Cerrado não serve pra nada não  
Mal sabem eles que se acabar a natureza  
Junto com toda beleza vai embora a produção”  
Daniella França*

## RESUMO

A região Centro-Oeste brasileira responde por parcela significativa da produção de grãos e de proteína animal nacional. A perspectiva é que a demanda pela agricultura e pecuária na região continue aumentando para o atendimento da demanda global por alimentos, fator este que pode contribuir para maior pressão ambiental em função da demanda de novas terras e o aumento do desmatamento na região. Considerando que essas atividades se estendem sobre o bioma Cerrado, e este apresenta relevantes atributos objetos da conservação ambiental, ameaçados pelo avanço da fronteira agrícola, o presente trabalho tem como objetivo geral realizar uma análise do desmatamento no bioma Cerrado na região Centro-Oeste. Para isso, foi estimado um modelo econométrico para avaliar os determinantes do desmatamento na região de Cerrado no Centro-Oeste brasileiro. Nesse sentido, o trabalho buscou: i) identificar os principais fatores responsáveis pelo desmatamento na região; ii) estimar os efeitos das variáveis identificadas sobre o desmatamento; e, iii) discutir alternativas para a contenção e redução do desmatamento na região. O método aplicado foi a estimação por Mínimos Quadrados Ordinários (MQO). Os resultados apontaram a relevância das variáveis: densidade demográfica, áreas de pastagens no Cerrado e produtividade das lavouras agregadas. Ainda, foi observada a presença do Paradoxo de Jevons, também conhecido por efeito rebote, pois a produtividade das lavouras de soja e milho influenciou na demanda por mais terras e, conseqüentemente, elevação das taxas de desmatamento na região, contrariando o efeito poupa-terra.

**Palavras-chave:** Cerrado Brasileiro; Agropecuária; Produtividade agrícola; Paradoxo de Jevons; Efeito rebote.

## ABSTRACT

The Brazilian Central-West Region accounts for a significant portion of the country's grain and animal protein production. The perspective is that the demand for agriculture and livestock in the region will continue to increase to meet the global demand for food, a factor that could contribute to greater environmental pressure due to the demand for new land and the increase in deforestation in the region. Considering that these activities extend over the Cerrado biome, which presents relevant attributes for environmental conservation, threatened by the advance of the agricultural frontier, this study aimed to analyze deforestation in the Cerrado biome in the Central-West Region. For this purpose, an econometric model was developed to estimate the effects of deforestation determinants in the Cerrado region of the Brazilian Central-West. In this sense, the study sought to: i) identify the main factors responsible for deforestation in the region; ii) estimate the effects of the identified variables on deforestation; and iii) discuss alternatives for containing and reducing deforestation in the region. The method applied was multiple regression analysis combined with the Ordinary Least Squares (OLS) estimation method. The results pointed out the relevance of the variables: population density, pasture areas in the Cerrado, and aggregate crop productivity. Furthermore, the presence of the Jevons Paradox, also known as the rebound effect, was observed, as the productivity of soybean and corn crops influenced the demand for more land and, consequently, increased deforestation rates in the region, contradicting the land-saving effect.

**Keywords:** Brazilian Savanna; Agriculture; Agricultural productivity; Jevons paradox; Rebound effect.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

### Lista de Figuras

Figura 1 - Mapa de situação da área de estudo.....	6
Figura 2 - Limites do bioma Cerrado na região Centro-oeste brasileira .....	7
Figura 3 - Divisão municipal do bioma Cerrado no Centro-oeste brasileiro.....	12
Figura 4 - Número de municípios da região Centro-Oeste inseridos no bioma Cerrado e sua adesão ao Programa ABC .....	19
Figura 5 - Investimento médio oriundo do Programa ABC por UF no Centro-Oeste em 2022 .....	20

### Lista de Quadros

Quadro 1 - Estudos econométricos com enfoque no desmatamento no Cerrado.....	10
Quadro 2 - Descrição das variáveis e origem .....	15

### Lista de Tabelas

Tabela 1 - Estatística descritiva para as variáveis utilizadas no modelo .....	17
Tabela 2 - Coeficientes e resultados do modelo de regressão .....	21

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
<b>2 REVISÃO DA LITERATURA.....</b>	<b>5</b>
<b>3 METODOLOGIA.....</b>	<b>12</b>
<b>3.1 Área de estudo.....</b>	<b>12</b>
<b>3.2 Modelo econométrico .....</b>	<b>13</b>
<b>3.3 Base de dados .....</b>	<b>14</b>
<b>4 RESULTADOS .....</b>	<b>16</b>
<b>4.1 Estatística descritiva.....</b>	<b>16</b>
<b>4.2 Análise dos resultados .....</b>	<b>20</b>
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>25</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>26</b>
<b>APÊNDICES .....</b>	<b>33</b>
<b>APÊNDICE A – Teste de Heterocedasticidade.....</b>	<b>33</b>
<b>APÊNDICE B – Teste de multicolinearidade .....</b>	<b>34</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O Cerrado ocupa aproximadamente 23,3% do território brasileiro, presente em todas as grandes regiões do país, sua área total contabiliza cerca de 2 milhões de km<sup>2</sup> de extensão. Apresenta-se com maior predominância nos estados de Goiás, Tocantins e Distrito Federal, em parte do Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Bahia, Maranhão, Piauí, Rondônia e São Paulo. Além disso, ele se apresenta de forma mais distribuída nos estados do Amapá, Roraima e Amazonas, e em menor escala no estado do Paraná (Brasil, 2022; IBGE, 2019; IBGE, 2004).

Ainda que apresente divergências sobre o enquadramento de bioma, por abranger um conjunto de biomas, enquanto domínio fitogeográfico (Batalha, 2011; Coutinho, 2006), o Cerrado, caracterizado como bioma de savana, apresenta grande importância para a economia brasileira.

No tocante à agricultura, a expansão de culturas temporárias no Cerrado foi o que mais contribuiu para o aumento da produção agrícola nos anos 1970 a 2000. A partir de 1990, com o processo de modernização dos processos produtivos no campo, houve aumento exponencial da produção. As principais culturas produzidas na região são a soja, o milho, o algodão, a cana-de-açúcar, o sorgo e o arroz (Santana *et al.*, 2020; Buainain *et al.*, 2020).

Já a atividade pecuária, sobretudo a bovinocultura, concentra 34 % dos rebanhos do país na região, o Cerrado possui cerca de 49.874.052 hectares de área destinada às pastagens, sendo então o bioma que mais detém áreas de pastagens (Lapig/UFG, 2023). Através da pecuária extensiva, a pecuária bovina brasileira garante os baixos custos de produção da carne e do leite. No entanto, contribui diretamente com áreas degradadas, gerando pressões ambientais e de mercado (Dias-Filho, 2014).

A produção de grãos e de proteína animal faz do Cerrado peça fundamental para a balança comercial do país, no entanto, um dos grandes desafios da agropecuária é o aumento da eficiência sem que esta contribua para o aumento dos custos ambientais oriundos da expansão da produção para novas áreas nos biomas Cerrado e Amazônia (Azevedo, 2015; Carneiro Filho; Costa, 2016; Santana *et al.*, 2020), tendo em vista o aumento da demanda global por alimentos, que apresenta projeção de crescimento anual de 1,1% de 2023 a 2032 (OCDE/FAO, 2023).

Para Aubertin (2013), o Cerrado pode ser compreendido como o celeiro moderno do Brasil e o escudo da Amazônia. De acordo com o autor, o desmatamento no Cerrado

pode ser explicado por duas razões: a) por apresentar poucas áreas destinadas à conservação – cerca de 8,24% do território são destinados às Unidades de Conservação (UCs) – em comparação ao bioma Amazônia, onde as áreas de proteção correspondem a 50% do território; e b) em função da menor exigência percentual de áreas estritas à área de Reserva Legal, quando comparado com propriedades dentro do bioma Amazônia, como prevê o Código Florestal (Brasil, 2012).

O que corrobora com o exposto por Caldeira e Parré (2020), que afirmam que quando comparado ao bioma Amazônia, o Cerrado apresenta maior vulnerabilidade às ações antrópicas em razão do caráter de proteção legal de suas terras privadas previsto em lei. Além da importância econômica, apresenta também grande importância biológica, sendo um dos *hotspots* de biodiversidade do planeta (Myers *et al.*, 2000; Klink; Machado, 2005), o Cerrado abrange 5% de todas as espécies do planeta (Aubertin, 2013), com rica flora de alto nível de endemismo, sendo a mais diversificada savana tropical mundial, por vezes pouco reconhecida (Klink; Machado, 2005).

Sobre a população residente, cerca de 20 milhões de pessoas, aproximadamente 20% da população nacional, vivem no bioma. Incluindo cerca de 83 etnias indígenas em 213 Terras Indígenas (TIs), 44 comunidades quilombolas, comunidades extrativistas, pescadores artesanais, camponeses, entre outros povos e comunidades tradicionais (ISPN, 2020; Museu do Cerrado, 2017; Porto-Gonçalves, 2019).

O Cerrado apresenta grande valor socioambiental, percebido, sob a ótica cultural, pela construção dos saberes tradicionais ao longo dos anos, nas práticas de usos medicinais, culinárias, de construção, entre outros conhecimentos que estruturam a identidade desses povos, que vão muito além da apropriação do espaço geográfico (Morales Arantes; Geralda de Almeida, 2012; Porto-Gonçalves, 2019).

Contudo, o bioma Cerrado é assolado pelas pressões ambientais advindas das atividades agropecuárias, que resultam na perda excepcional de *habitat* (Brasil, 2022). Para Porto-Gonçalves (2019) a comparação constante entre as fragilidades dos biomas Cerrado e Amazônia, sendo o primeiro considerado mais resiliente e de menor valor ecológico, permitiu com que a exploração no mesmo fosse massiva por parte da expansão do agronegócio brasileiro.

Segundo os dados de alerta de desmatamento disponibilizados pelo Instituto de Pesquisas Espaciais – INPE (2023), o Cerrado contabiliza um incremento de 10.668,73 km<sup>2</sup> de áreas desmatadas em 2022, com variação percentual de 24,6% em relação ao ano anterior. Conta também com alertas crescentes de áreas com risco de desmatamento, de janeiro a

junho de 2023, de acordo com o Sistema de Alertas de Desmatamento (SAD) Cerrado, a velocidade média dos desmatamentos no período foi de 2.731 hectares ao dia, com 34.029 alertas detectados, contabilizou 28% de aumento da área desmatada em relação ao mesmo período do ano anterior (IPAM, 2023).

Sendo assim, as dinâmicas antrópicas que atuam no bioma, como a exploração intensiva do solo, o uso de insumos agrícolas, a supressão da vegetação nativa para expansão da cadeia produtiva de agronegócios, para além do aumento dos custos crescentes em produção, acabam também por elevar os custos ambientais e sociais, podendo vir a comprometer a disponibilidade dos recursos naturais, estes também considerados insumos para a produção de grãos e de proteína animal (Mazzetto Silva, 2009; Buainain *et al.*, 2020). Portanto, sendo uma via de mão dupla, o desenvolvimento agrícola na região garantiu a inserção do Brasil no mercado internacional através da intensificação produtiva, enquanto exportador de *commodities* agrícolas.

Contudo, acarreta passivos ambientais e relevantes aspectos ambientais negativos, como é o caso: das emissões de gases de efeito estufa (GEE) em face das mudanças no uso da terra, agricultura e silvicultura, responsável por 23% das emissões globais (IPCC, 2019); do possível comprometimento da disponibilidade hídrica, dado que o bioma possui funcionalidades ecossistêmicas hidrológicas, armazenando e distribuindo água para os demais biomas (Aubertin, 2013; Mazetto Silva, 2009; Porto-Gonçalves, 2019); da perda de solos produtivos, em função do manejo inadequado do solo (Dias-Filho, 2011; Klink; Machado, 2005); da contaminação de corpos hídricos em função do uso de insumos agrícolas (Dias *et al.*, 2019; Klink; Machado, 2005); da dispersão de espécies exóticas como gramíneas invasoras, que comprometem a biodiversidade (Klink; Machado, 2005); entre outros aspectos.

Para tanto, observado o possível *tradeoff* que envolve o aumento da produção agropecuária para atender à demanda global por alimentos no Cerrado e a conservação ambiental para a redução dos custos sociais e ambientais, tendo em vista a problemática das mudanças climáticas, o presente trabalho possui como objetivo geral realizar uma análise do desmatamento no bioma Cerrado na Região Centro-Oeste.

Mais especificamente, pretende-se: i) identificar os principais fatores responsáveis pelo desmatamento na região; ii) estimar os efeitos das variáveis identificadas sobre o desmatamento; iii) discutir alternativas para a contenção e redução do desmatamento na região.

Levando em consideração o grande volume de trabalhos voltados ao bioma Amazônia presentes na literatura, a pesquisa justifica-se por compreender o desmatamento em áreas de Cerrado, podendo servir de subsídio para o fortalecimento das políticas públicas voltadas à proteção do bioma a nível regional e nacional. Ainda, o trabalho pode vir a trazer contribuições relevantes a outras regiões globais também caracterizadas como savana, em função de suas especificidades edafoclimáticas e similaridades socioeconômicas presentes.

A estrutura do trabalho dá-se pela seguinte maneira, além dessa seção introdutória, que trata da apresentação do tema, dos objetivos e da justificativa, é apresentada a revisão de literatura, que insere um histórico de trabalhos com enfoque no desmatamento em áreas de Cerrado. Na abordagem metodológica, é compreendida a área de estudo, a elaboração da base de dados e a apresentação do modelo econométrico. Na análise dos resultados são apresentados as relações e os efeitos das variáveis identificadas. E, finalmente, são apresentadas as considerações finais.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

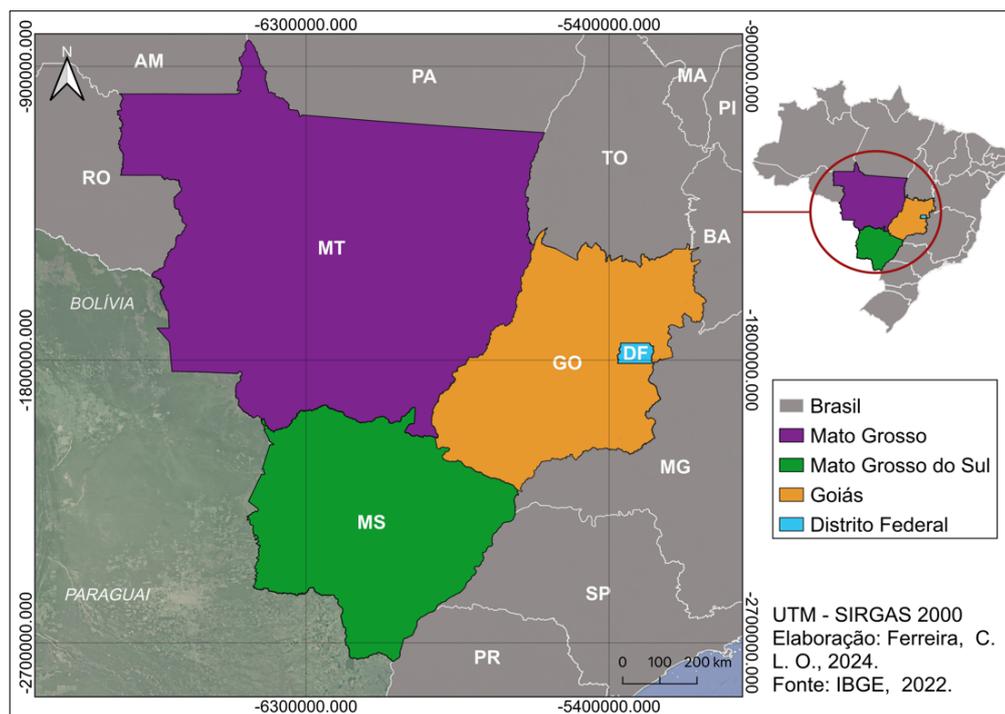
O histórico de ocupação do Cerrado foi fortemente impulsionado pela implementação de políticas estatais que promoveram a “Marcha para o Oeste”, que resultou na implementação das Colônias Agrícolas Nacionais em diversos estados: Goiás, Amazonas, Maranhão, Pará, Paraná, Mato Grosso do Sul, Piauí e Minas Gerais. Essas colônias promoveram intenso movimento migratório para as regiões de Cerrado nos anos de 1940 a 1950 (Costa; Trevisan, 2019; Haddad; Pastre, 2016, Pires, 2024).

Mais tarde, a partir dos anos 1990, intensificado pela Revolução verde, a produção agropecuária ganha escala através da especialização produtiva no Cerrado fomentada pelas pesquisas da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) e outros programas de estímulo para a expansão agrícola. Estes conduziram o crescimento da produção a nível regional e impulsionaram a inserção da produção no mercado internacional com a exportação de commodities agrícolas como a soja, milho, algodão e cana-de-açúcar (Pires, 2024; Pires, 2021).

Gonçalves (2012), em seu trabalho com o objetivo de analisar a dinâmica de ocupação agrícola dos cerrados na região sul dos estados do Maranhão e do Piauí, através do processamento de imagens e análise de dados espaciais do período de 1975 a 2010, verificou a apropriação do espaço geográfico pelo agronegócio, que atua diretamente na substituição da vegetação nativa. Os resultados obtidos pelo autor confirmam a possibilidade de que ela seja totalmente substituída até o ano de 2030, dado o ritmo de ocupação se verificado no estudo.

A região Centro-Oeste do Brasil é composta pelos estados de Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Goiás e pelo Distrito Federal (IBGE, 2022) (Figura 1). Os autores Tisott e Schmidt (2021) destacam que as atividades agrícolas proporcionam benefícios socioeconômicos à região, com redução considerável do déficit global na produção de alimentos. Entretanto, atrelado a isso é constatada a diminuição da vegetação remanescente natural do bioma Cerrado, principalmente nos municípios de Mato Grosso do Sul e de Goiás. As culturas que mais afetaram os níveis de vegetação nos dois estados foram: soja, milho e cana-de-açúcar.

Figura 1 - Mapa de situação da área de estudo



Fonte: Elaborado pela autora com através do *software QGIS* e fonte de dados IBGE, 2022.

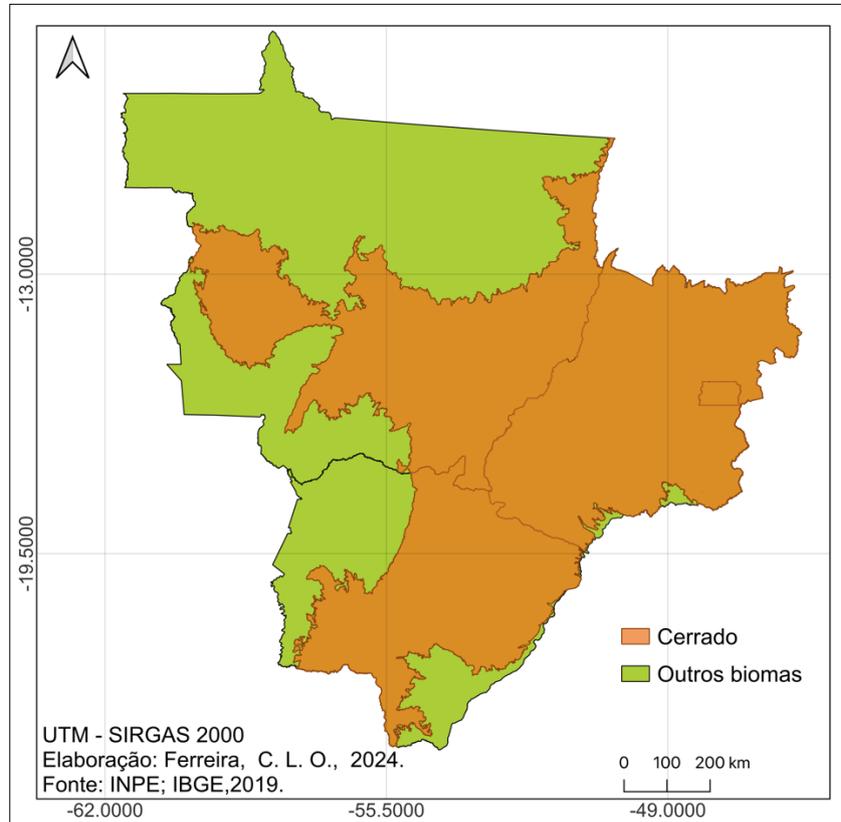
Ainda, de acordo com o monitoramento realizado pelo Prodes Cerrado, o estado do Mato Grosso ocupa a quarta posição nacional de maiores taxas de desmatamento no Cerrado acumulado, com 14,70% do total, com área de 45.780,56 km<sup>2</sup>. Em oitava posição está o estado do Mato Grosso do Sul, representando 6,41% do total nacional, com área de 19.947,63 km<sup>2</sup> de desmatamento. A nível municipal, a cidade de Cocalinho, no Mato Grosso, ocupa a oitava posição dentre todos os municípios com maiores taxas de desmatamento no Cerrado (INPE, 2023).

A região destaca-se pela cadeia produtiva do agronegócio, em especial, o estado de Mato Grosso apresenta grande relevância, de acordo com o Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA) (Brasil, 2023), o estado lidera a produção nacional de produtos agropecuários como a soja, milho e bovinos, além de representar mais de 15% das exportações de todo o agronegócio brasileiro. Os principais produtos de exportação oriundos do estado foram os cereais, farinhas e preparações e o complexo soja (Brasil, 2024).

De acordo com a análise de Souza *et al.* (2020), o agronegócio na região Centro-Oeste brasileira apresenta grande importância para a geração de renda e emprego para as populações dos estados, com maior significância em Mato Grosso, seguida por Mato Grosso do Sul e, por fim, em Goiás. Além disso, o agronegócio na região é evidenciado por sua

expansão e intensificação, sobretudo nas áreas de Cerrado, bioma presente nos três estados e no Distrito Federal (Figura 2).

Figura 2 - Limites do bioma Cerrado na região Centro-oeste brasileira



Fonte: Elaborado pela autora com através do *software* QGIS e fonte de dados INPE; IBGE, 2019.

Portanto, dada a importância do agronegócio para a região é necessário estabelecer estratégias que induzam o comportamento dos agentes econômicos para que estes contribuam para a preservação das condições ambientais, no tocante à qualidade das áreas de pastagem e de agricultura, mas também para a perpetuação da vegetação nativa, que contribui diretamente na manutenção dos serviços ecossistêmicos e da manutenção da vida, objeto de políticas públicas ambientais como: a Política Nacional de Recuperação da Vegetação Nativa (Decreto nº 8.972/2017), o Código Florestal (Lei nº 12.651/2012), e a Lei de Gestão de Florestas Públicas (Lei nº 11.284/2006) (Brasil, 2006; 2012; 2017).

Para tanto, para o estabelecimento de estratégias eficientes é necessário compreender a distribuição e o dimensionamento da produção agrícola, o estudo realizado por Carneiro Filho e Costa (2016), traz uma contribuição relevante sobre a importância das culturas temporárias no bioma na região de Matopiba – fronteira agrícola na união estados de Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia – e sua dimensão, através da análise espacial da

dinâmica das colheitas anuais, dos anos de 2000 a 2014. O estudo identificou as áreas de agricultura no Cerrado, sendo 90% dedicadas à produção de soja e 10% são compostas pela soma da produção de milho, algodão e outras culturas.

Ainda, verificou-se que, durante o período estudado, a maior parte da expansão agrícola na região de Matopiba ocorreu sobre a vegetação nativa, enquanto nas regiões externas à Matopiba a expansão ocorreu sobre áreas de pastagens e sobre áreas de outros cultivos. Por fim, o trabalho demonstra que é possível que a expansão ocorra sem a abertura de novas áreas, através da agricultura sustentável baseada na conversão de pastagens agricultáveis em áreas para o cultivo agrícola.

Contudo, é necessário verificar as consequências da conversão das pastagens em áreas agrícolas para os remanescentes de vegetação nativa, se esta conversão é benéfica por coibir abertura de novas terras, mas também se não pressionará a abertura de pastagens outras áreas, deslocando o desmatamento para outras regiões.

Outra estratégia para estabelecer intervenções eficientes se dá pela consolidação do saber sobre os componentes responsáveis pelo desmatamento na região, que podem se relacionar de forma direta ou indiretamente com os agentes econômicos. No trabalho de Pereira (2016), é possível identificar determinantes do desflorestamento e verificar a sua relação com a fronteira agrícola no estado de Mato Grosso, nos anos de 2000 a 2012, a partir de variáveis econômicas, agropecuárias e do desflorestamento.

O autor verificou a relação do desmatamento com o desenvolvimento econômico da região, através da técnica de análise de dados em painel, analisada sob a hipótese da Curva Ambiental de Kuznets. Inicialmente, o uso e ocupação apresentou correlação positiva ao aumento do desmatamento, não elevando o Produto Interno Bruto (PIB) *per capita*, todavia, em um segundo estágio, com a instalação de atividades econômicas rentáveis, foi constatado o aumento do desflorestamento, juntamente com a elevação do PIB *per capita*.

Em ótica semelhante, Barros e Stege (2019), analisaram a relação do desenvolvimento humano com a degradação ambiental de Matopiba, através da análise exploratória de dados espaciais e econometria espacial. Com base nas taxas de desmatamento de 2010, os autores identificaram que aproximadamente 78% dos municípios apresentaram Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) acima do “ponto de virada”<sup>1</sup> (IDH

---

<sup>1</sup> Ponto de virada (do inglês *turning point*) é um termo utilizado em econometria para referir-se a um ponto no tempo em que há uma mudança significativa na relação entre as variáveis de um modelo econométrico. Isso pode se manifestar como uma mudança na tendência de uma série temporal, na estrutura dos dados ou na relação entre variáveis.

> 0,57), o que indica que o desenvolvimento nesses locais tende a reduzir os níveis de desmatamento.

No entanto, 28% dos municípios obtinham um IDH abaixo do valor “ponto de virada” ( $IDH < 0,57$ ), evidenciando as preocupações ambientais na região, pois o desenvolvimento pode acelerar o desmatamento nos locais descritos. Para tanto, também foram identificadas variáveis que podem contribuir negativamente para a degradação ambiental, como: a expansão de rodovias, o rebanho bovino, áreas de plantio e produtividade do milho, reservas federais e área de floresta. Além disso, sobre “*spillovers*”<sup>2</sup> espaciais oriundos da expansão da fronteira agrícola, eles se mostraram estatisticamente significantes, a saber: a densidade demográfica, a área de plantio e a produtividade da cana-de-açúcar.

Já o trabalho de Trigueiro, Nabout e Tessarolo (2020), buscou determinar a relação entre variáveis preditoras do desmatamento, como: fatores socioeconômicos, climáticos, físicos e ecológicos, dos anos de 2013 a 2017, no Cerrado brasileiro. A metodologia utilizada foi análise de Regressão Geograficamente Ponderada, a fim de avaliar a variabilidade espacial das variáveis preditoras.

Assim, a partir dos resultados, foi possível compreender que algumas regiões respondem de maneira similar à influência dos “*drivers*” do desmatamento, através de agrupamentos municipais. O conjunto de variáveis que apresentaram melhor modelagem foram: crédito rural agrícola, remanescente de vegetação nativa, precipitação, distância entre áreas desmatadas e áreas próximas às rodovias e declividade. O Quadro 1 apresenta com mais detalhes as variáveis empregadas nos estudos apresentados.

---

<sup>2</sup> O termo *Spillovers* (também conhecido como “efeitos de transbordamento”), refere-se a impactos que as mudanças em uma variável ou em um setor podem ter sobre outras variáveis ou setores. Esses efeitos ocorrem quando ações ou eventos em uma parte da economia afetam outras partes, direta ou indiretamente.

Quadro 1 - Estudos econométricos com enfoque no desmatamento no Cerrado

Autor	Objetivo	Metodologia	Variável	Resultados
Pereira (2016)	Estudar os determinantes do desflorestamento e verificar a sua relação com a fronteira agrícola no estado de Mato Grosso, nos anos de 2000 a 2012.	Dados em painel analisada sob a hipótese da Curva Ambiental de Kuznets.	1. Taxa de desflorestamento; 2. PIB <i>per capita</i> municipal; 3. Área cultivada de lavouras permanentes e temporárias; 4. Área cultivada com commodities; 5. Número efetivo de cabeças de bovinos (rebanho).	O uso e ocupação apresentou correlação positiva ao aumento do desmatamento, não elevando o PIB <i>per capita</i> , no entanto, com a instalação de atividades econômicas rentáveis, foi constatado o aumento do desflorestamento, juntamente com a elevação do PIB <i>per capita</i> .
Barros e Stege (2019)	Estimar uma Curva Ambiental de Kuznets (CAK) para os municípios de Matopiba.	Análise exploratória espacial e econometria espacial, com base nas taxas de desmatamento de 2010.	1. Área de desmatamento (ha); IDH; 2. Crédito rural total (R\$-BRL); 3. Densidade demográfica (habitantes/km <sup>2</sup> ); 4. Tamanho do rebanho bovino (ha); 5. Produtividade da cana-de-açúcar; 6. Produtividade da soja; 7. Comprimento de rodovias; 8. Média anual de precipitação; 9. Condições boas ou regulares de solo para agricultura; 10. Reserva Federal; 11. Reserva Estatal. 12. Reserva indígena; 13. Remanescente de cobertura Florestal.	Identificou que 28% dos municípios apresentaram IDH abaixo do “ponto de virada” da CAK, evidenciando que a degradação ambiental tenderá a aumentar nesses locais. Ainda, identificou variáveis que podem contribuir negativamente para a degradação ambiental como, variáveis de “ <i>spillovers</i> ” espaciais oriundos da expansão da fronteira agrícola.
Trigueiro, Nabout e Tassarolo (2020)	Determinar a relação entre variáveis preditoras do desmatamento, como: fatores socioeconômicos, climáticos, físicos e ecológicos, dos anos de 2013 a 2017, no Cerrado Brasileiro.	Regressão Geograficamente Ponderada, a fim de avaliar a variabilidade espacial das variáveis preditoras.	1. Média anual de área desmatada (ha); 2. Média anual de áreas de lavouras temporárias (ha); 3. Média do número de gado bovino (cabeças); 4. Número de pessoas residentes dentro da área urbana de acordo com o censo 2010; 5. Número de pessoas residentes em área rural (Censo 2010); 6. Média anual de crédito rural agrícola; 7. Média anual de crédito rural para pecuária bovina; 8. Média da distância entre áreas desflorestadas e áreas próximas às rodovias oficiais por municipalidade; 9. Média de declividade; 10. Média anual de precipitação; 11. Área de vegetação nativa remanescente	Foi possível compreender que algumas regiões respondem de maneira similar à influência dos “drivers” do desmatamento, através de agrupamentos municipais, analisando assim, precisamente os fatores do recente desmatamento.

Fonte: Elaborado pela autora com base nos trabalhos descritos na literatura sobre o tema.

Através dos trabalhos descritos é possível compreender que o agronegócio, sobretudo a produção de grãos, exerce influência considerável sobre as mudanças do uso da terra na região de Cerrado. No entanto, variáveis econômicas e demográficas também se mostram significativas para a análise do desmatamento na região.

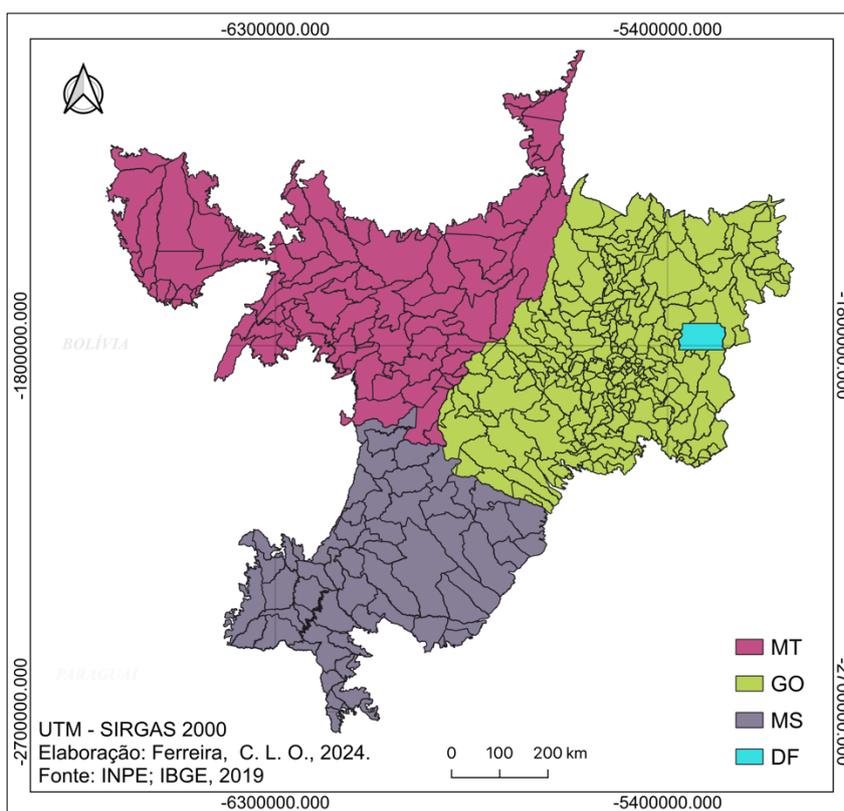
### 3 METODOLOGIA

Esta seção está subdividida em três subseções, na primeira é apresentada uma breve caracterização da região Centro-oeste do Brasil, na segunda é apresentada a metodologia e, por fim, na terceira é apresentada a origem dos dados utilizados através da apresentação da base de dados e especificações das variáveis utilizadas.

#### 3.1 Área de estudo

No presente trabalho foram analisados os municípios da região Centro-Oeste inseridos no bioma Cerrado, a Figura 3 apresenta a distribuição de municípios que abrangem áreas de Cerrado nos estados do Centro-Oeste e no Distrito Federal.

Figura 3 - Divisão municipal do bioma Cerrado no Centro-oeste brasileiro



Fonte: Elaborado pela autora através do *software QGIS* e fonte de dados INPE, IBGE, 2019.

Ao total foram observados: 246 municípios de Goiás, 95 municípios de Mato Grosso, 63 municípios de Mato Grosso do Sul e o Distrito Federal, totalizando 405 municípios observados. A Figura 3 apresenta o mapa dos municípios que se encontram inseridos em áreas de Cerrado na região Centro-Oeste do Brasil.

### 3.2 Modelo econométrico

O método de análise do estudo baseou-se na análise de regressão múltipla, de acordo com Wooldridge (2023), este modelo econométrico avalia a relação da variável dependente – também conhecida como variável explicada – com as demais variáveis, compreendidas como independentes, também denominadas como variáveis explicativas. Esse método mostra-se mais indicado do que a análise de regressão linear por possibilitar a inclusão de vários fatores no modelo, não limitando-se somente a uma variável explicativa, já que o desmatamento (variável dependente) pode ocorrer por inúmeros fatores. O modelo geral da análise de regressão linear expressa-se através da seguinte equação:

$$y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + u_{it} \quad (1)$$

Para a inclusão das variáveis no modelo, adotou-se a forma funcional com a inclusão de logaritmos numéricos (*ln*) das variáveis dependentes, estratégia comumente utilizada em econometria para permitir relações não lineares entre a variável explicada e a variável explicativa. Uma das vantagens da adoção da forma funcional a esse tipo de análise é que ela permite estimar os efeitos das variáveis em medida percentual, ou seja, é possível quantificar a níveis percentuais a influência positiva e/ou negativa das variáveis independentes sobre o aumento do desmatamento (variável dependente) (Wooldridge, 2023).

Sendo assim, o modelo econométrico utilizado foi descrito da seguinte maneira:

$$\ln \text{Desmat} = \beta_0 + \beta_1 \ln \text{Densidem} + \beta_2 \ln \text{PIBpc} + \beta_3 \ln \text{Pastcerr} + \beta_4 \ln \text{Produtlav} + \beta_5 \text{DummyPlanoABC} + u_t \quad (2)$$

Em que:

Desmat = Incremento do desmatamento;

Densidem = Densidade demográfica;

PIBpc = Produto Interno Bruto *per capita*;

Pastcerr = Área de pastagens no Cerrado;

Produtlav = Produtividade de lavouras agregadas;

PlanoABC = Adesão ao Programa Agricultura de Baixo Carbono.

Ainda, para análise foi utilizado o método de estimação dos Mínimos Quadrados Ordinários (MQO), técnica utilizada na estimação de parâmetros desconhecidos que representam as relações entre as variáveis econômicas dentro do modelo econométrico utilizado, de modo a minimizar a soma dos quadrados dos resíduos para que a reta (ou curva) seja mais bem ajustada aos valores observados (Gujarati; Porter, 2011).

### 3.3 Base de dados

No trabalho foram utilizados dados secundários encontrados nas principais fontes de dados oficiais do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Banco Central do Brasil (Bacen), Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e MapBiomas, rede colaborativa formada por instituições de ensino, da sociedade civil e pela iniciativa privada, equipes estas que compõe o Observatório do Clima.

Através do projeto Prodes, iniciativa do INPE, foi possível a obtenção dos dados de desmatamento em áreas de Cerrado por município. Os municípios do Centro-Oeste que abrangem o bioma Cerrado foram confirmados com base na classificação do IBGE (2019). A variável desmatamento baseou-se no incremento do desmatamento no ano de 2021 a 2022 – ano com dados mais recentes disponíveis – e esta foi definida como a variável dependente, também conhecida como variável explicada.

Acerca das variáveis independentes, também conhecidas como variáveis explicativas, foram selecionadas variáveis anuais, sendo estas: a densidade demográfica dos municípios; o PIB *per capita* dos municípios; a área de pastagem no bioma Cerrado; a produtividade de culturas temporárias como a soja e o milho; bem como, a adesão dos municípios ao Programa de Agricultura de Baixa Emissão Carbono (Programa ABC), política pública que visa promover tecnologias agropecuárias sustentáveis, para a redução das emissões de GEE.

Os dados sobre a densidade demográfica por município são disponibilizados através do Censo Demográfico (IBGE, 2022); os dados de PIB *per capita dos* municípios também foram extraídos de planilhas disponibilizadas pelo IBGE (IBGE, 2021); os dados de produção agrícola foram extraídos de tabelas do Levantamento da Produção Agrícola Municipal (PAM) (IBGE, 2022), a produtividade das lavouras agregadas foi calculada com base na quantidade produzida de grãos (em toneladas) e na área plantada (em hectares) de milho e soja, dividindo a produção do ano pela área (t/ha).

Já os dados de área de pastagem no bioma Cerrado foram coletados com o auxílio da plataforma “Atlas da Pastagem”, sob domínio do Laboratório de Processamento de Imagens e Geoprocessamento (Lapig/UFG, 2023), da Universidade Federal de Goiás, que utiliza dados originais do MapBiomas.

E, por fim, os dados de adesão dos municípios ao Programa ABC são disponibilizados através da matriz de dados de crédito rural, sob domínio do Banco Central do Brasil (2023), onde foram filtrados os municípios e o tipo de programa. Para a inclusão dessa variável no modelo, foi realizada a transformação em variável *dummy* (binária), que considerou municípios adeptos (1) e não adeptos (0) ao Programa.

O Quadro 2 apresenta com maior detalhamento, as informações acerca da base de dados utilizada:

Quadro 2 - Descrição das variáveis e origem

Variáveis	Tipo	Fonte	Período	Valores	Sinal esperado
1. Incremento do desmatamento	Dependente	Prodes - municipal	2022	Incremento de 2021 a 2022	Variável explicada
2. Densidade demográfica	Independente	Censo IBGE	2022	Total de habitantes/ Área	(+)
3. PIB <i>per capita</i> dos municípios	Independente	IBGE	2021	PIB/ População	(-)
4. Área de pastagem no Cerrado	Independente	Lapig/Mapbiomas	2022	Hectares (ha)	(+)
5. Produtividade de lavouras agregadas (milho e soja)	Independente	PAM/IBGE	2022	Quantidade produzida de grãos(t)/ Área plantada (ha)	(-)
6. Adesão/Não adesão ao Programa ABC	Independente	Banco Central do Brasil	2022	<i>Dummy</i> (adeptos e não adeptos)	(-)

Fonte: Elaborado pela Autora a partir das fontes consultadas.

Como é possível observar, com exceção dos dados de PIB *per capita*, cujos dados mais recentes disponibilizados são de 2021, todos os dados coletados correspondem ao ano de 2022, pois os dados anuais de 2023 não se encontraram disponíveis para todas as variáveis no período da elaboração da base de dados para o trabalho.

## 4 RESULTADOS

Esta seção organiza-se em duas subseções, a primeira apresenta com detalhamento como os dados foram utilizados através de estatísticas descritiva, já a segunda apresenta a análise geral dos resultados obtidos no trabalho.

### 4.1 Estatística descritiva

Nos últimos cinco anos, o desmatamento no bioma Cerrado na Região Centro-Oeste alcançou a média anual de 473,35 km<sup>2</sup> (INPE, 2023). Ainda que este volume de desmatamento não ultrapasse as taxas registradas no Cerrado de Matopiba, a análise do desmatamento em áreas de Cerrado da região Centro-Oeste se faz relevante para a compreensão das dinâmicas que envolvem as principais atividades econômicas operantes nos estados, majoritariamente relacionadas ao agronegócio, e suas implicações socioambientais, seja através das alterações na paisagem, da apropriação e especulação de terras agrícolas, da inserção de mecanismos financeiros na região, da intensificação dos conflitos entre populações e determinados grupos étnicos, entre outros aspectos (Assunção; Depieri, 2022).

Para tanto, dentre os municípios observados, foi identificada a média de 5,05 km<sup>2</sup> de desmatamento, com valores variando de zero a 85,89 km<sup>2</sup> de incremento de desmatamento registrados no intervalo de um ano, para o ano de 2022. O município de Cocalinho, em Mato Grosso, apresentou as maiores taxas de desmatamento, seguido de Niquelândia (GO), com 84,03 km<sup>2</sup> e Paranatinga (MT), com 56,43 km<sup>2</sup>.

A saber, Cocalinho (MT) compõe a microrregião do Médio Araguaia, que é reconhecida por fazer parte da nova fronteira agrícola de Mato Grosso, localizada na região leste do estado. A atividade pecuária é bem consolidada na região (IMEA, 2017), no entanto, de acordo com Trentin, Trentin e Mota (2021), a expansão agrícola pode ser explicada pela disponibilidade de terras consideradas acessíveis em razão da presença de solos propícios para a sojicultura, principalmente aqueles distribuídos em áreas de pastagem.

Sendo assim, os dados referentes ao incremento do desmatamento na região podem indicar a incorporação de novas áreas à atividade agropecuária na região através da substituição da vegetação remanescente, mas também, através da conversão de áreas de pastagem em áreas destinadas ao uso agrícola.

A Tabela 1 apresenta além dos dados de desmatamento, as demais estatísticas descritivas utilizadas.

Tabela 1 - Estatística descritiva para as variáveis utilizadas no modelo

Variável	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
Incremento do desmatamento (em km <sup>2</sup> )	5,0563	9,7423	0	85,8816
Densidade demográfica	41,69	224,17	0,38	3.234,14
PIB <i>per capita</i> (2021)	53.486,85	50.280,20	8.685,14	455.838,10
Produtividade das lavouras	7,1593	3,3660	0	14,0776
Área de Pastagem em Cerrado (em ha)	79.938,81	106.271,70	0	1.101.010

Fonte: Elaborado pela autora, com base nos dados da pesquisa.

A produtividade das lavouras agregadas, representada pelas culturas temporárias de milho e soja (culturas de rotação), apresentou média de 7,16 toneladas por hectare, cujos dados variaram de zero a 14,07 t/ha. A utilização desta variável no modelo se mostra relevante, pois a expansão dessas culturas é apresentada como fator expressivo para a geração de renda e emprego na região, contribuindo para o dinamismo econômico e maior adensamento populacional, como descrito por Souza *et al.*, (2020).

Evidenciado também pelos autores Assunção e Depieri (2022), que destacam que a ocupação para o cultivo de lavouras temporárias na região de Cerrado teve aumento considerável, nos anos de 2006 a 2017 principalmente para o cultivo de soja, inclusive com redução da ocupação para o estabelecimento de pastagens.

A inserção de métricas socioeconômicas como o PIB *per capita* municipal mostra-se interessante para avaliar o desenvolvimento econômico da região e sua relação com o desflorestamento. Esta variável apresentou média de R\$ 53.485,85, com variação de R\$ 8.685,14 a R\$ 455.838,10; juntamente com a distribuição populacional, expressa pela densidade demográfica, que apresentou média de 41,69 habitantes por quilômetro quadrado (hab./km<sup>2</sup>), variando de 0,38 a 3.234,14 hab./km<sup>2</sup>, dados estes que correspondem, respectivamente, aos municípios de Cocalinho (MT) e Valparaíso de Goiás (GO).

Novamente o município de Cocalinho foi citado, desta vez como o município com menor concentração populacional. O baixo índice demográfico pode apresentar correlação positiva ao aumento do desmatamento, à medida que o crescimento populacional e econômico impulsiona a exploração dos recursos naturais na região e o padrão de ocupação exerce pressões ambientais, como descreve Pereira (2016) através da Estimação da Curva de Kuznets Ambiental (CKA), bem como, regiões mais adensadas e desenvolvidas tendem a apresentar menores incrementos de desflorestamento no longo prazo, quando comparadas aos anos iniciais da ocupação.

Ao analisar os dados referentes às áreas de pastagem inseridas no bioma Cerrado, foi identificada a média de 79.938,81 hectares de pastagem, variando de zero a 1.110.010 ha. A inserção da variável no modelo é justificada pela possibilidade de representar a significância do papel das propriedades privadas destinadas à pecuária de bovinos e ao impacto dessas áreas nas propriedades da região.

O maior valor foi correspondente ao município de Ribas do Rio Pardo, em Mato Grosso do Sul. Contudo, esse município sul-mato-grossense, com maior quantitativo de pastagens no Cerrado do Centro-Oeste brasileiro, para além da pecuária, nos últimos anos tem se dedicado ao plantio florestal com vistas à silvicultura e a agroindustrialização. Assim, grandes empresas das indústrias de celulose, madeira e siderurgia, se instalaram no município, que pertence ao “Eixo de Desenvolvimento da Indústria”, previsto Zoneamento Econômico Ecológico de Mato Grosso do Sul (ZEE-MS) (Mato Grosso do Sul, 2015; Sebrae, 2021).

Já ao avaliar a variável *dummy* relacionada à adesão ao Plano ABC, foi observado que na região de Cerrado no Centro-Oeste brasileiro prevalece-se municípios não adeptos ao Programa de Incentivo à Agricultura de Baixo Carbono. Apenas 163 municípios tiveram acesso a algum tipo de investimento advindo da política pública, o que refletiu em 40,25% do total de municípios observados na região.

O Programa ABC é a linha de crédito que tem como iniciativa o financiamento de ações para a mitigação das mudanças climáticas, como por exemplo, a implementação de sistemas agropecuários de baixa emissão de carbono. Isso inclui investimentos destinados a implementação de projetos de Recuperação de Áreas Degradadas (RAD), Sistemas de Plantio Direto (SPD), Integração Lavoura Pecuária-Floresta (ILPF), Florestas Plantadas (FP), Tratamento de Dejetos Animais (TDA), Fixação Biológica de Nitrogênio (FBN), manejo de solos, projetos ambientais e outros (Brasil, 2023; Banco Central do Brasil, 2023).

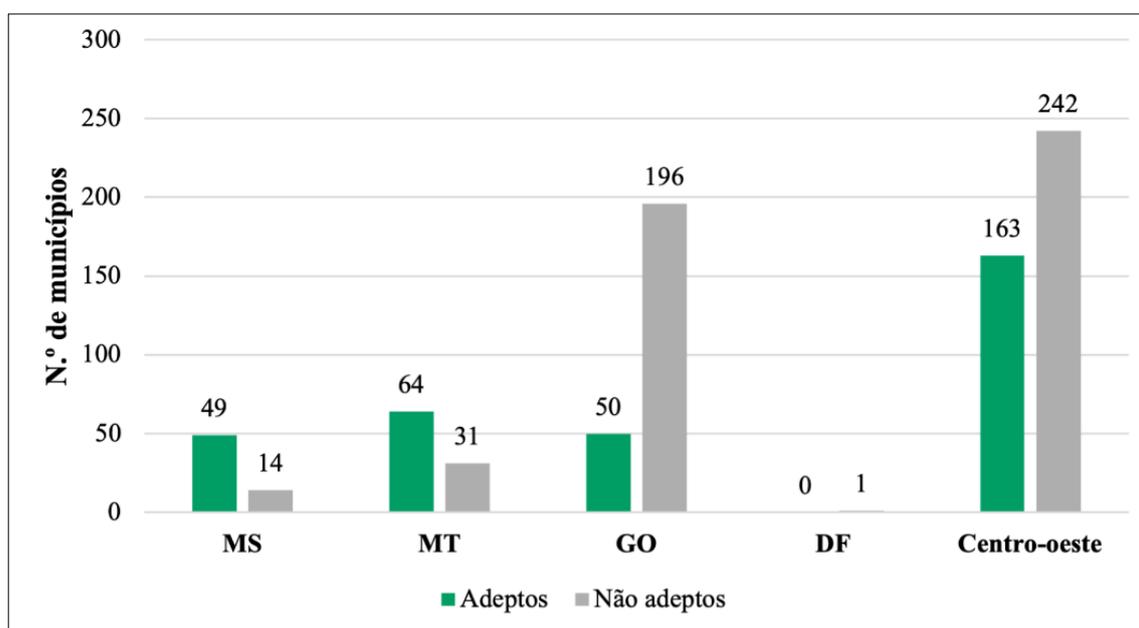
Os autores Lovato, Schultz, Revillion (2020) destacam que nos anos de 2011 a 2017 a destinação de recursos oriundos do Programa, 30% dos contratos destinaram-se às áreas prioritárias e com o maior potencial de mitigação através de financiamento de projetos de recuperação de áreas degradadas. No entanto, foi destacado pelos autores a insuficiência da destinação dos recursos para as outras práticas e processos tecnológicos abarcados pela linha de crédito.

O que corrobora o trabalho de Ribeiro e Baricelo (2022), que identificou maior atendimento de programas de Recuperação de Áreas Degradadas e Sistema de Plantio Direto no período de safras de 2017/2018 e 2018/2019. Ainda, os mesmos autores verificaram

maior adesão ao Programa ABC por produtores de grande porte com nível de escolaridade mais elevado. Isso foi explicado em função dos custos envolvidos para a obtenção do crédito e da necessidade de conhecimentos específicos para implantação dos projetos do Programa, o que pode direcionar os produtores a optarem por programas de crédito menos burocráticos que o Programa ABC, fato este que pode estar relacionado com o acesso ao crédito dos municípios observados.

Para tanto, quando analisados os dados a nível estadual, o estado de Mato Grosso do Sul, registrou maior valor percentual de municípios adeptos ao Programa, com 77,78% de adesão, enquanto o estado de Goiás, onde há maior predominância de áreas de Cerrado quando comparado aos estados de Mato Grosso do Sul e Mato Grosso, apresentou somente 20,33% de municípios adeptos ao Programa, sendo o estado com menor adesão, ou seja, apenas 50 municípios de um total de 196 aderiram ao Programa no ano de 2022. Os municípios do estado de Mato Grosso apresentaram 67,37% de adesão. A Figura 4 apresenta a relação do número de municípios adeptos e não adeptos ao programa ABC.

Figura 4 - Número de municípios da região centro-oeste inseridos no bioma Cerrado e sua adesão ao Programa ABC



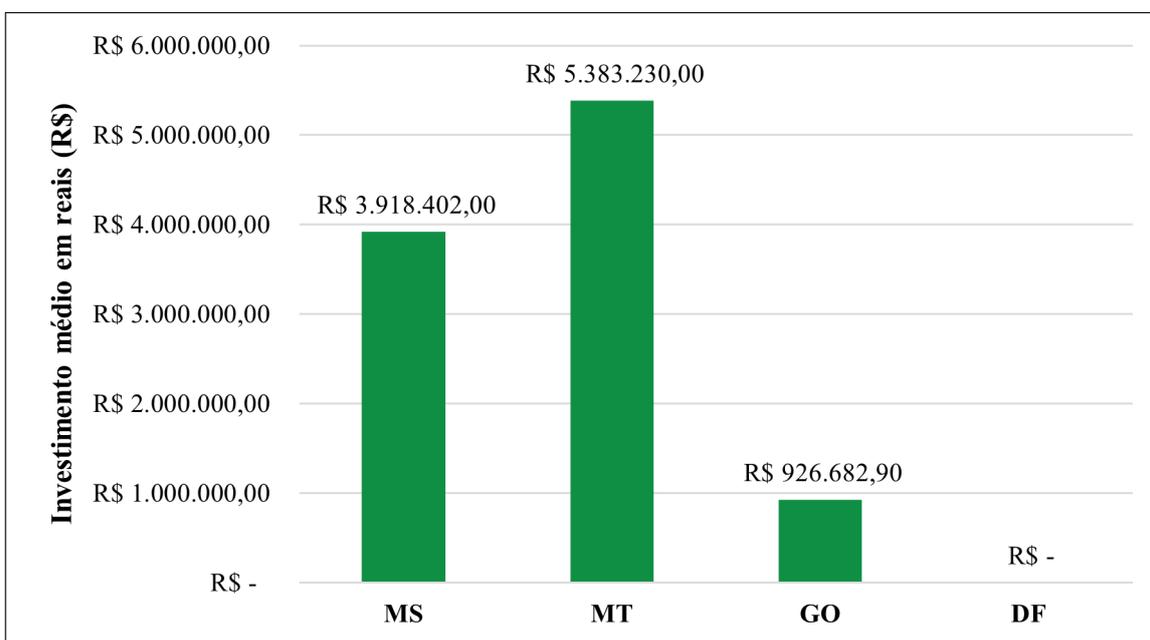
Fonte: Elaborado pela autora com base em dados Bacen, 2023.

A menor adesão dos municípios de Goiás pode ter relação com o processo de modernização e crescimento industrial do estado, fomentado por incentivos fiscais e financeiros implementados a partir de 1980, como descreve Pires (2019). Ou seja, ainda que Goiás seja o estado com todos os municípios inseridos em áreas de Cerrado, a maior

diversificação das atividades econômicas pode diminuir a demanda pelo Programa ABC, que é uma linha de crédito destinada a produtores agropecuários, já que os municípios goianos apresentaram aumento considerável do emprego industrial nos últimos anos, como apontam Souza Santos *et al.* (2022).

A nível de investimento médio por Unidade Federativa (UF) em virtude do Programa ABC, o estado de Mato Grosso sobressai sobre os demais com investimento de R\$ 5.383.230,00, como é possível observar na representação gráfica exposta na Figura 5.

Figura 5 - Investimento médio oriundo do Programa ABC por UF do Centro-Oeste em 2022



Fonte: Elaborado pela autora com base em dados Bacen, 2023.

O estado de Mato Grosso lidera a produção agropecuária no Centro-Oeste, de 1990 a 2016 foi o estado dessa região que mais exportou. Além disso, o estado possui significativa participação das exportações brasileiras (Pires, 2022), sendo assim, os maiores investimentos podem estar relacionados à busca pela maior produtividade, mas também para atender as demandas do mercado globalizado que cada vez mais, pressionam os produtores a aderirem práticas mais sustentáveis.

#### 4.2 Análise dos resultados

A Tabela 2 expressa os coeficientes estimados para o desmatamento no bioma Cerrado na região Centro-Oeste brasileira. Das variáveis inseridas no modelo, foram estatisticamente significativas: Densidade demográfica, Áreas de pastagem em Cerrado e

Produtividade das lavouras agregadas (milho e soja), sendo estas estatisticamente diferentes de zero a um intervalo de confiança a 95%, sendo assim, foi rejeitada a hipótese nula.

Tabela 2 - Coeficientes e resultados do modelo de regressão

Variáveis explicativas	Coeficiente	Desvio Padrão	Estatística t	P-valor
Densidade demográfica	-0,4025*	0,0683	-5,90	0,000
PIB <i>per capita</i>	-0,0824	0,1394	-0,59	0,555
Áreas de pastagem em Cerrado	0,9450*	0,0756	12,51	0,000
Produtividade das lavouras	1,1620*	0,3495	3,33	0,001
Dummy Programa ABC	0,0945	0,1965	0,48	0,631
Intercepto	-10,5994*	1,8821	-5.63	0,000
<b>Número de observações</b>	306			
<b>R<sup>2</sup></b>	0,4656			

Fonte: Resultados da pesquisa.

\* Significante a 1%.

De acordo com o modelo, o aumento de 1% da variável densidade demográfica resulta na diminuição de 0,41% do desmatamento no bioma. Portanto, o adensamento populacional dos municípios apresentou correlação negativa ao aumento do desmatamento na região. O PIB *per capita*, ainda que não significativo também apresentou coeficiente negativo, sendo assim, a elevação do PIB *per capita* também poderia indicar menores taxas de incremento do desmatamento.

Os resultados obtidos não corroboram os resultados obtidos por Cecílio e Silva, Marcelino e Parré (2019), que em sua análise anual na região da Amazônia Legal, demonstraram que a densidade demográfica apresenta correlação positiva com o desmatamento.

No entanto, Pfaff (1997), ao analisar várias determinantes do desmatamento na Amazônia concluiu que os primeiros habitantes de uma região menos populosa causam mais impacto que outros habitantes de mesmo número, quando esta apresenta-se com maior contingente populacional, fato que é explicado pela densidade rodoviária, qualidade do solo e crédito. Sendo assim, não necessariamente a densidade demográfica em números, mas o fator de oportunidade de crescimento do contingente populacional pode ser considerado significativo para o aumento do desmatamento.

A partir disso, é possível inferir que o povoamento estabilizado de uma região, exaurida a abundância de terras que permitem a expansão agrícola, a implementação de infraestruturas rodoviárias e outras infraestruturas destinadas à urbanização, resulte em

menores taxas de desmatamento. O que poderia explicar o alto índice de desmatamento em Cocalinho (MT), município com menor densidade demográfica dentre os municípios observados no presente trabalho, mas com possibilidade de expansão das atividades agropecuárias, em função da qualidade dos solos e baixos custos das terras, e consequentemente, atração de processos migratórios para a região (Trentin; Trentin; Mota, 2021).

O que corrobora com os apontamentos de Duarte e Leite (2019), sobre o impacto de cidades médias no Cerrado e seus desafios para a conservação ambiental. De acordo com os autores, a expansão urbana dessas cidades, importantes para o agronegócio, impulsiona a especulação imobiliária e exerce forte pressão sobre os remanescentes florestais.

Ainda, de acordo com o modelo o aumento em 1% das áreas de pastagem no bioma Cerrado resulta no aumento de 0,95% do desmatamento no bioma Cerrado da Região Centro-Oeste, sinal já esperado e que corrobora com a literatura existente sobre o tema. No entanto, foi observada com frequência em outros trabalhos, a conversão de áreas de pastagens em áreas de lavoura no Centro-oeste, como apontam Mano Filho (2023); Assunção e Depieri (2022); Trentin, Trentin e Mota (2021); Vieira Filho (2018). Fator este que evidencia a relevância das culturas temporárias para a economia da região, seja pela rentabilidade e/ou produtividade, principalmente da soja, seguida do milho.

O fator rentabilidade não foi analisado, mas a variável da produtividade das lavouras temporárias agregadas de milho e soja, de acordo com o modelo, o aumento de 1% da produtividade ocasiona o aumento de 1,17% do desmatamento no bioma na região.

Nos fóruns sobre os impactos ambientais oriundos das atividades agropecuárias discute-se o papel da produtividade das atividades agropecuárias para a redução do desmatamento, o que é evidenciado pelo Efeito “Poupa-Terra” (*Land-Saving Effect*), também referido como Efeito Borlaug (Borlaug, 2002; Araújo, 2024). Esse efeito implica na inibição do processo de expansão das atividades para novas áreas de modo a contribuir para a contenção do desmatamento em função do aumento da produtividade (Hertel, 2012; Gianetti, 2023).

Contudo, de acordo com Vieira Filho (2018), avaliando-se os anos de 1990 a 2015 foi observado que esse efeito tem se estendido com maior vigor sobre a pecuária bovina do que para a agricultura. Com a redução das áreas de pastagens para a conversão em área de cultivo agrícola, a poupança de terras obtida através da modernização dos processos da produção pecuária acaba sendo comprometida, em função da maior valorização do fator terra, que se volta para a expansão do cultivo das lavouras.

Sendo assim, a correlação positiva da produtividade de milho e soja agregados ao incremento do desmatamento no Cerrado do Centro-Oeste, apresentada pelo modelo, pode evidenciar a presença do Paradoxo de Jevons (Jevons, 1886) ou “Efeito Rebote” (*Rebound Effect*). Esse efeito está associado à intensificação da modernização dos sistemas produtivos que conferem mais eficiência do uso do recurso, assim, espera-se a diminuição pela demanda por terra. No entanto, em função da observância dos ganhos econômicos, obtém-se efeito contrário, com maior intensificação das atividades, seja para a pecuária ou para a agricultura, resultando em maior pressão ambiental em função da demanda por terra (Hertel, 2012; Gianetti, 2023). Isso vai de encontro aos resultados do estudo de Malaguti (2021) que analisou municípios do Cerrado do Centro-Oeste e do bioma Amazônico.

Assim como Gianetti (2023), que ao estimar os efeitos socioeconômicos da Recuperação de Pastagens Degradadas (RPD) atenta para o Paradoxo de Jevons nas áreas de fronteira agrícola. O estudo notou que a melhoria das condições das pastagens no Cerrado em Matopiba (Maranhão, Tocantins, Piauí) e Amazônia em AM-AC-RR (Amazonas, Acre, Roraima), favorece a conversão de áreas das lavouras de soja sobre as pastagens, bem como, o aumento da produtividade da pecuária dá espaço para novas áreas de produção agrícola.

Malaguti (2021) também alerta para o efeito rebote causado pelo crédito rural, que pode incentivar a redução das áreas de floresta, observado nos anos de 2004 a 2019. Ainda que a variável *dummy* utilizada para avaliar o efeito da adesão dos municípios ao Programa ABC não tenha sido estatisticamente significativa, esta apresentou correlação positiva com o incremento do desmatamento, indicando efeito inverso ao que se propõe o Programa.

Estimados os efeitos das variáveis selecionadas foi possível observar a relevância do fator econômico para a Região Centro-Oeste que concentra áreas no bioma Cerrado e seus desdobramentos sobre as condições ambientais, principalmente em virtude das atividades agropecuárias, que concentram a pecuária bovina de corte e a produção de grãos como soja e milho.

Nesse sentido, para a redução e contenção do desmatamento é preconizado o estabelecimento de estratégias que sejam capazes de induzir os agentes econômicos, pois observados os ganhos econômicos estes continuarão exercendo suas atividades na região, conforme evidencia o efeito rebote.

Para tanto, devem ser avaliados os gargalos das políticas públicas de incentivo à agricultura e pecuária sustentáveis, como o Programa ABC, para que ocorra maior adesão dos produtores menos capitalizados, mas, principalmente, dos produtores lotados nas regiões

de expansão da fronteira agrícola, onde se observa maiores taxas de conversão de vegetação remanescente em área destinada ao cultivo das lavouras temporárias.

Além disso, visualizado os impactos do crescimento urbano, se mostra essencial o estabelecimento da gestão ambiental urbana das cidades médias, como descreve Duarte e Leite (2019), para que os impactos negativos da expansão urbana sejam mitigados através do planejamento urbano que integra as preocupações socioambientais aliadas às demandas de mercado e, assim, seja aproveitado o potencial de conservação do Cerrado que ainda está presente nestas áreas.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A região Centro-Oeste compreende relevante região produtora de *commodities* oriundas do setor agropecuário, fator este que contribuiu para a inserção do Brasil no mercado internacional, principalmente, através da produção de grãos e de proteína animal. Composta pelos estados de Goiás, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, concentra também áreas do bioma Cerrado, que apresenta atributos econômicos, ecológicos e sociais de extrema relevância, mas que constantemente são ameaçados em virtude do possível *tradeoff* que envolve o aumento da produção agropecuária para atender o aumento global da demanda de alimentos e a conservação ambiental.

Diante disso, o objetivo central do trabalho foi analisar o desmatamento no bioma Cerrado na região Centro-Oeste brasileira para o período de 2022, foram: i) identificados os principais fatores que contribuem para desmatamento na região; ii) estimados os efeitos destes através de resultados obtidos da elaboração de modelo econométrico; e, iii) discutidas alternativas para a contenção.

Através da estimação dos efeitos das variáveis foi possível observar que o fator crescimento populacional, as áreas de pastagens e a produtividade das lavouras agregadas de milho e soja, tiveram efeitos significativos para o aumento do desmatamento nas áreas de Cerrado no Centro-Oeste, que evidenciou a importância do fator econômico no desdobramento do incremento do desmatamento.

A respeito da produtividade das lavouras foi esperado o Efeito Borlaug para a região, no entanto, os resultados evidenciaram efeito contrário, na observância do Paradoxo de Jevons. Esse paradoxo implica que os ganhos econômicos impulsionam a maior demanda por terras, o que pode resultar na conversão de pastagens para áreas de cultivo em lavouras e pressão sobre áreas de florestas, afetando a vegetação nativa remanescente.

A análise para período recente ficou restrita à disponibilidade de dados nas principais fontes de dados secundários para a região, sendo assim, visualiza-se como oportunidade para novos estudos a análise de maior período na utilização de dados anuais mais recentes, bem como, a análise mais detalhada do impacto do crescimento econômico sobre o desmatamento através da estimação da Curva de Kuznets Ambiental (CKA) para a região.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSUNÇÃO, M. G.; DEPIERI, M. A. L. Os efeitos do desenvolvimento do agronegócio no Brasil: os casos do MATOPIBA e do Centro-Oeste Brasileiro. **Revista Pesquisa & Debate**. Revista do Programa de Estudos Pós-Graduados em Economia Política PUC-SP, v. 33, n. 2, 2022. DOI: <https://doi.org/10.23925/1806-9029.v33i2e59995>. Acesso em: 26 mai. 2024.

ARAÚJO, M. A. Impactos socioeconômicos do fechamento da lacuna de produtividade da pecuária a pasto no Brasil. Tese 2024. Tese (Doutorado em Economia Aplicada) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2024. doi:10.11606/T.11.2024.tde-10052024-153116. Acesso em: 29 mai. 2024.

AUBERTIN, C. O. surgimento do bioma cerrado. Goiânia: **Ateliê Geográfico**, v. 7, n. 1, 2013. Disponível em: <http://www.revistas.ufg.br/index.php/atelie/article/view/9387>.

AZEVEDO, A. L. Com 1 boi por hectare, pecuária extensiva degrada cerrado. **O globo**, n. 29989. Economia, p. 24, set. 2015. Disponível em: <https://www2.senado.leg.br/bdsf/bitstream/handle/id/515844/noticia.html?sequence=1#:~:text=O%20cerrado%20hoje%20concentra%2055,e%20avan%C3%A7a%20para%20a%20Amaz%C3%B4nia>. Acesso em: out. 2023.

BANCO CENTRAL DO BRASIL. Matriz de dados de crédito rural – Crédito concedido. 2023. Disponível em: <https://www.bcb.gov.br/estabilidadefinanceira/micrrural>. Acesso em: 20 mar. 2024.

BARROS, P. H. B. de; STEGE, A. L. Deforestation and human development in the Brazilian agricultural frontier: an environmental Kuznets curve for MATOPIBA. **Revista Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos**, [S. l.], v. 13, n. 2, p. 161–182, 2019. Disponível em: <https://revistaaber.org.br/rberu/article/view/455>. Acesso em: nov. 2023.

BATALHA, M.A. O cerrado não é um bioma. **Biota Neotrop.** v. 11, n. 1, mar. 2011. Disponível em: <http://www.biotaneotropica.org.br/v11n1/pt/abstract?inventory+bn00111012011>. Acesso em: out. 2023

BORLAUG, N. Feeding a world of 10 billion people: the miracle ahead. **Vitro Cellular & Developmental Biology – Plant**, New York, v. 38, n. 2, p. 221-228, 2002.

BRASIL. MMA. Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima. Cerrado. 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/ecossistemas-1/biomas/cerrado>. Acesso em: out. 2023.

BRASIL. MAPA. Ministério de Agricultura e Pecuária. Plano ABC e ABC+. 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sustentabilidade/planoabc-abcmmais>. Acesso em: 27 mai. 2024.

BRASIL. **Decreto nº 8.972, de 23 de janeiro de 2017. Institui a Política Nacional de Recuperação da Vegetação Nativa.** Brasília: Senado Federal. 2017. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2015-2018/2017/decreto/d8972.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/decreto/d8972.htm). Acesso em: out. 2023.

BRASIL. **Lei nº 11.284, de 2 de março de 2006.** *Dispõe sobre a gestão de florestas públicas para a produção sustentável; institui, na estrutura do Ministério do Meio Ambiente, o Serviço Florestal Brasileiro - SFB; cria o Fundo Nacional de Desenvolvimento Florestal - FNDF; altera as Leis nºs 10.683, de 28 de maio de 2003, 5.868, de 12 de dezembro de 1972, 9.605, de 12 de fevereiro de 1998, 4.771, de 15 de setembro de 1965, 6.938, de 31 de agosto de 1981, e 6.015, de 31 de dezembro de 1973; e dá outras providências.* Brasília: Senado Federal. 2006. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2004-2006/2006/lei/111284.htm#:~:text=Fica%20institu%C3%ADdo%20o%20Cadastro%20Nacional,Distrito%20Federal%20e%20dos%20Munic%C3%ADpios](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/lei/111284.htm#:~:text=Fica%20institu%C3%ADdo%20o%20Cadastro%20Nacional,Distrito%20Federal%20e%20dos%20Munic%C3%ADpios). Acesso em: out. 2023.

BRASIL. **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012.** *Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências.* Brasília: Senado Federal. 2012. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm). Acesso em: out. 2023.

BRASIL, MAPA – Ministério da Agricultura e Pecuária. Mato Grosso confirma liderança nacional em valor da produção agropecuária, 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/composicao/superintendencias-federais-de-agricultura-sfa/mato-grosso/noticias/mato-grosso-confirma-lideranca-nacional-em-valor-da-producao-agropecuaria>. Acesso em: 18 mar. 2024.

BRASIL, MAPA – Ministério da Agricultura e Pecuária. Mato Grosso representou mais de 15% das exportações do agronegócio do país em janeiro, 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias-regionalizadas/mato-grosso-representou-mais-de-15-das-exportacoes-do-agronegocio-do-pais-em-janeiro>. Acesso em: 18 mar. 2024.

BUAINAIN, A. M.; FAVARETO, A.; CONTINI, E.; CHAVES, F.T.; HENZ, G.P.; GARCIA, J. R.; DAMIANI, O.; VIEIRA, P. A.; GRUNDLING, R.D.P.; NOGUEIRA, V. G. D. *In: Desafios para a agricultura nos biomas brasileiros.* Brasília: **Embrapa**, 2020

CALDEIRA, C.; PARRÉ, J. L. DIVERSIFICAÇÃO AGROPECUÁRIA E DESENVOLVIMENTO RURAL NO BIOMA CERRADO. **Revista Americana de Empreendedorismo e Inovação.** v. 2, n. 1., 2020. <https://doi.org/10.33871/26747170.2020.2.1.3356>

CARNEIRO FILHO, A.; COSTA, K. The expansion of soybean production in the Cerrado. *Agroicone/INPUT*, 2016.

CECILIO E SILVA, I. A.; MARCELINO, G. C.; PARRÉ, J. L. Determinantes do desmatamento nos municípios da Amazônia Legal Brasileira: uma análise econométrica espacial. *In: Encontro de Economia da Região Sul, XXIII, 2020. Anais eletrônicos.* Disponível em: [https://www.anpec.org.br/sul/2020/submissao/files\\_I/i464f2c0a5712bd8ff7915571451c3dbc5.pdf](https://www.anpec.org.br/sul/2020/submissao/files_I/i464f2c0a5712bd8ff7915571451c3dbc5.pdf). Acesso em: 27 mai. de 2024.

COSTA, L. F.; TREVISAN, R. Colônias Agrícolas Nacionais: laboratórios experimentais de exploração e ocupação do território brasileiro, um arranjo possível. In: Asociación de Escuelas y Facultades Públicas de Arquitectura de América del Sur, 2019 Anais eletrônicos. Campinas, Galoá, 2019. Disponível em: <https://proceedings.science/arquisur-2019/trabalhos/colonias-agricolas-nacionais-laboratorios-experimentais-de-exploracao-e-ocupacao?lang=pt-br>. Acesso em: 31 Mai. 2024.

COUTINHO, L. M.O conceito de bioma. **Acta Botanica Brasilica**, v. 20, n. 1, p. 13–23, jan. 2006. <https://doi.org/10.1590/S0102-33062006000100002>

DE SOUZA SANTOS, D.; CHAVES MEIRELES, D.; DE FARIA JUNIOR, C. A dinâmica do emprego industrial na região centro-oeste (2009-2019). *Revista de Economia do Centro-Oeste, Goiânia*, v. 8, n. 2, p. 53–78, 2023. Disponível em: <https://revistas.ufg.br/reoste/article/view/77933>. Acesso em: 18 mar. 2024.

DIAS-FILHO, M. B. Degradação de pastagens: processos, causas e estratégias de recuperação. 4. ed. Belém: **Embrapa Amazônia Oriental**, mai. 2011.

DIAS-FILHO, M. B. Diagnóstico das pastagens no Brasil. Belém: **Embrapa Amazônia Oriental**, mai. 2014.

DIAS, G.; TANAKA, F.; MALMONGE, L. F. EFEITOS DAS CONTAMINAÇÕES DE CORPOS HÍDRICOS ORIUNDOS DA ATIVIDADE INDUSTRIAL E AGRICULTURA. *Revista Augustus*, v. 24, n. 48, p. 117-133, 2019. <https://doi.org/https://doi.org/10.15202/1981896.2019v24n48p117>

DUARTE, T. E P. N.; LEITE, L. B. CIDADES MÉDIAS NO CERRADO BRASILEIRO: DESAFIOS PARA A CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE. **Terra Plural**, [S. l.], v. 14, p. 1–7, 2019. Disponível em: <https://revistas.uepg.br/index.php/tp/article/view/13420>. Acesso em: 30 maio. 2024.

GIANETTI, G. W. Impactos socioeconômicos e ambientais da recuperação de pastagens degradadas no Brasil. Tese (Doutorado em Economia Aplicada). Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2023. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11132/tde-03102023-150206/>. Acesso em: 29 maio 2024.

GONÇALVES, J. P. D. ANÁLISE DA OCUPAÇÃO DO CERRADO PELO AGRONEGÓCIO NO SUL DO MARANHÃO E PIAUÍ USANDO IMAGENS LANDSAT DO PERÍODO 1975-2010. São José dos Campos: INPE, 2012.

GUJARATI, Damodar N.; PORTER, Dawn C. *Econometria básica*. Grupo A, 2011. E-book. ISBN 9788580550511. Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788580550511/>. Acesso em: 22 mai. 2024.

HADDAD, M. B. e PASTRE, R. O Centro-Oeste brasileiro e suas transformações econômicas de 1970 a 2012. **Revista Brasileira de Desenvolvimento Regional**, v. 3 n. 2, p. 033–054. 2016. doi: 10.7867/2317-5443.2015v3n2p033-054.

HERTEL, T.W.. Implications of agricultural productivity for global cropland use and GHG emissions: Borlaug vs. Jevons. West Lafayette: Center of Global Trade Analysis, Department of Agricultural Economics, Purdue University. 2012.

HORITA, V. Y. D. A CONTRIBUIÇÃO DA EXPANSÃO DA PRODUÇÃO AGRÍCOLA PARA O DESMATAMENTO NO CERRADO DO OESTE DA BAHIA. Dissertação (mestrado profissional MPAGRO) – Fundação Getulio Vargas, Escola de Economia de São Paulo, 2020.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Mapa de Biomas do Brasil, primeira aproximação. Rio de Janeiro: **IBGE**. 2004 Acessível em [www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br).

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Biomas e sistema costeiro-marinho do Brasil: compatível com a escala 1:250.000. Rio de Janeiro: **Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais**. 168 p. (Relatórios metodológicos, v. 45), 2019. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/informacoes-ambientais/vegetacao/15842-biomas.html>. Acesso em: out. 2023.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Malha Municipal, 2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/malhas-territoriais/15774-malhas.html>. Acesso em: 15 mar. 2024.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Biomas e Sistema Costeiro-Marinho do Brasil, 2019. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/informacoes-ambientais/estudos-ambientais/15842-biomas.html?=&t=acesso-ao-produto>. Acesso em: 15 mar. 2024.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Demográfico 2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/saude/22827-censo-demografico-2022.html>. Acesso em: mai. 2024.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção Agrícola Municipal - PAM. 2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria.html>. Acesso em: mai. 2024.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa Pecuária Municipal - PPM. 2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria.html>. Acesso em: mai. 2024.

IMEA. INSTITUTO MATO-GROSSENSE DE ECONOMIA AGROPECUÁRIA. MAPA DAS MACRORREGIÕES DO IMEA. 2017. Disponível em: <https://imea.com.br>. Acesso em: 26 mai. 2024.

INPE. INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. COORDENAÇÃO GERAL DE OBSERVAÇÃO DA TERRA. PRODES – Incremento anual de área desmatada no Cerrado Brasileiro. Disponível em: <http://www.obt.inpe.br/cerrado>. Acesso em: out. 2023.

IPAM. Sistema de Alertas de Desmatamento - SAD Cerrado. Infográfico Alerta de Desmatamento no Cerrado Jan.-Jun. 2023. 2023. Disponível em: <https://sadcerrado.ipam.org.br/>. Acesso em: out. 2023.

IPCC. Intergovernmental Panel on Climate Change. Climate Change and Land. Special Report. Summary for Policymakers, 2019. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/srccl/>. Acesso em: out. 2023.

ISPN – Instituto Sociedade, População e Natureza. Cerrado. 2020. Disponível em: <https://ispn.org.br/biomas/cerrado/>. Acesso em: out. 2023.

JEVONS, W. S. The Coal Question; An Inquiry Concerning the Progress of the Nation, and the Probable Exhaustion of Our Coal Mines. Fortnightly review, May 1865-June 1934; London, v. 6, ed. 34, p. 505-507. 1866.

KLINK, C. A.; MACHADO, R. B. A conservação do Cerrado Brasileiro. *In: Megadiversidade. Desafios e oportunidades para a conservação da biodiversidade no Brasil.* v. 1, n. 1, p. 147-155. Belo Horizonte: **Conservação Internacional**, jul. 2005.

LAPIG/UFG. Laboratório de Processamento de Imagens e Geoprocessamento da Universidade Federal de Goiás. Atlas das pastagens, 2023. Disponível em: <https://atlasdaspastagens.ufg.br/>. Acesso em: out. 2023.

LOVATO, L. G.; SCHULTZ, G.; REVILLION, J. P.P. CRÉDITO AGRÍCOLA PARA A MITIGAÇÃO DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS: UMA ANÁLISE DO PROGRAMA ABC. Maringá: **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**. 2020, v. 13 n. 3, p. 897-913. DOI:10.17765/2176-9168.

MANO FILHO, B. C. C. OS EFEITOS DA EXPANSÃO DA LAVOURA DE SOJA NO CENTRO OESTE BRASILEIRO ENTRE 2000 E 2010. Dissertação (Mestre em Economia Aplicada). Fundação Getulio Vargas, Escola de Economia de São Paulo. 2023.

MALAGUTI, G. Impacto da intensificação da pecuária de corte nos municípios com biomas Cerrado e Amazônia. Tese (Doutorado em Geografia). Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. 2021.

MATO GROSSO DO SUL. ZONEAMENTO ECONÔMICO ECOLÓGICO DE MATO GROSSO DO SUL (ZEE/MS). Disponível em: <https://www.semadesc.ms.gov.br/zoneamento-ecologico-economico-de-ms-zee-ms/>. Acesso em: 26 mai. 2024.

MAZZETTO SILVA, C. E. O Cerrado em Disputa - Apropriação Global e Resistências Locais. Brasília: **CONFEA/CREA**, 2009.

MORAES ARANTES, M.; GERALDA DE ALMEIDA, M. O saber fazer do povo Kalunga na conservação da biodiversidade do Cerrado em Goiás (Brasil). **Élisée - Revista de Geografia da UEG**, v. 1, n. 02, p. 51-70, 11.

MYERS N., MITTERMELER R.A., MITTERMELER C.G., FONSECA, G. da, KENT J., Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature** 403, p. 853-858, fev. 2000. <https://doi.org/10.1038/35002501>

MUSEU DO CERRADO. Povos Indígenas do Cerrado: Resistência e Sobrevivência. Museu do Cerrado. 2017. Disponível em <https://museuCerrado.com.br/povos-indigenas/>. Acesso em out. 2023.

OECD/FAO. *OECD-FAO Agricultural Outlook 2023-2032*, Paris: **OECD**, jul. 2023 <https://doi.org/10.1787/08801ab7-en>. Disponível em: <https://www.oecd.org/publications/oecd-fao-agricultural-outlook-19991142.htm>. Acesso em: out. 2023.

PEREIRA, F. C. Desflorestamento no estado do Mato Grosso e a expansão da fronteira agrícola: uma análise econométrica. Dissertação - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Faculdade de Ciências Econômicas. Programa de Pós-Graduação em Economia, 2016.

PFAFF, A. S. P. **What Drives Deforestation in the Brazilian Amazon? Evidence from satellite and Socioeconomic Data**. Working Paper 1772, 1997.

PIRES, M. J. S. ESTRATÉGIA DE TRANSFORMAÇÃO ECONÔMICA DO CENTRO-OESTE: O CAMINHO EXTERNO. Brasília: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA). Texto para Discussão, n. 2504, 2022.

PIRES, M. J. S. A DINÂMICA DAS ESTRUTURAS DA AGRICULTURA FAMILIAR NA REGIÃO CENTRO-OESTE: UMA ANÁLISE REGIONAL POR MEIO DE INDICADORES DE LOCALIZAÇÃO E ESPECIALIZAÇÃO. Brasília: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA). Texto para Discussão, n. 2991, 2024.

PORTO-GONÇALVES, C. W. Dos Cerrados e suas riquezas: de saberes vernaculares e de conhecimento científico. Rio de Janeiro e Goiânia: **FASE e CPT**, 2019.

RIBEIRO, G. A.; BARICELO, L. G. Análise das contratações do Programa ABC em uma instituição financeira nas safras 2017/2018 e 2018/2019. **Revista de Política Agrícola**. v. 31, n. 2, 2022. Disponível em: <https://seer.sede.embrapa.br/index.php/RPA/article/view/1751/pdf>.

SEBRAE/MS. RIBAS DO RIO PARDO – COSTA LESTE. O desenvolvimento econômico territorial Mato Grosso do Sul. 2021. Disponível em: <https://sebrae.com.br>. Acesso em: 26 mai. 2024.

SOUZA JUNIOR, M. L. de; CASTRO, N. R.; GILIO, L.; MORAIS, A. C. D. P.; BARROS, G. S. de C. MERCADO DE TRABALHO DO AGRONEGÓCIO NO CENTRO-OESTE: A IMPORTÂNCIA DO SETOR PARA O DINAMISMO REGIONAL. *Revista de Economia e Agronegócio*, [S. l.], v. 18, n. 1, p. 1–20, 2020. DOI: 10.25070/rea.v18i1.8426. Disponível em: <https://periodicos.ufv.br/rea/article/view/8426>. Acesso em: 18 mar. 2024.

TISOTT, S. T.; SCHMIDT, V. Expansão e intensificação das culturas agrícolas no Bioma Cerrado na Região Centro-Oeste do Brasil / Expansion and intensification of agricultural crops in the Cerrado Biome in the Center-West Region of Brazil. *Brazilian Journal of Business*, [S. l.], v. 3, n. 3, p. 2280–2294, 2021. DOI: 10.34140/bjbv3n3-020. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BJB/article/view/33857>. Acesso em: 19 mar. 2024.

TRENTIN, C. B.; TRENTIN, A. B.; MOTA, E. R. MAPEAMENTO DE ÁREAS DE PASTAGEM NO BIOMA CERRADO A PARTIR DE DADOS DE SATÉLITE. **Revista Humanidades e Inovação**. v. 8 n. 46, 2021. Disponível em: <https://revista.unitins.br/index.php/humanidadesinovacao/article/view/5971>. Acesso em: 26 mai. 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**, v. 275, n. 111243., 2020. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.111243>

VIEIRA FILHO, J. E. R. Efeito poupa-terra e ganhos de produção no setor agropecuário brasileiro. Brasília: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (ipea). Textos para Discussão, n. 2386, 2018. Disponível em: <https://www.econstor.eu/handle/10419/211337>. Acesso em: 29 mai. 2024.

WOOLDRIDGE, J. , M. **Introdução à econometria: uma abordagem moderna**. [Digite o Local da Editora]: Cengage Learning Brasil, 2023. *E-book*. ISBN 9786555584530. Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/#/books/9786555584530/>. Acesso em: 14 fev. 2024.

WWF-BRASIL. Bioma Cerrado. Revista digital, dez. 2019. Disponível em: <https://www.wwf.org.br/?74962/Bioma-Cerrado>. Acesso em: out. 2023.

## APÊNDICES

### APÊNDICE A – Teste de Heterocedasticidade

Para realizar o teste de heterocedasticidade foi aplicado o comando “estat hetttest” no *software Stata*. O comando realiza o teste de Breusch-Pagan e Cook-Weisber para heterocedasticidade em modelos de regressão linear. O comando aplicado apresentou os seguintes resultados:

*Breusch-Pagan / Cook-Weisberg test for heteroskedasticity*

*Ho: Constant variance*

*Variables: fitted values of Indesmat*

*chi2(1) = 2.95 39 Prob > chi2 = 0.0859*

O valor obtido para p-valor foi de 0,0859 para o teste de heterocedasticidade. Sendo o valor maior que o ponto de corte escolhido ( $< 0,05$ ), verifica-se a variância homocedástica, ou seja, a variância para cada observação utilizada no modelo está em torno do mesmo valor finito, sendo uniforme. Portanto, não se rejeita a hipótese nula.

## APÊNDICE B – Teste de multicolinearidade

Para realizar o teste de multicolinearidade foi aplicado o comando “*estat vif*” no *software Stata* para avaliar o grau de multicolinearidade presente no modelo de regressão a partir do VIF (*Variance inflation fator*). Os resultados do comando apresentaram os seguintes valores:

<b>Variáveis</b>	<b>VIF</b>	<b>1/VIF</b>
dummy_p_abc	1,33	0,7519
lnpib_pc	1,25	0,7990
lnpastcerr	1,18	0,8462
lndensidem	1,17	0,8532
lnprodutiv_lav	1,11	0,8973
Média VIF	1,21	

Os valores entre 1 e 5 de VIF apresentados indicam moderada correlação entre uma dada variável explicativa e outras variáveis explicativas no modelo, mas que não demonstraram relevância significativa para acusar a presença de multicolinearidade entre as variáveis empregadas.