

FUCAPE PESQUISA E ENSINO S/A – FUCAPE BSB

PEDRO PAULO BARBOSA CAMELO

**O IMPACTO DO AGRONEGÓCIO NO DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO DO
CERRADO BRASILEIRO**

**BRASÍLIA
2025**

PEDRO PAULO BARBOSA CAMELO

**O IMPACTO DO AGRONEGÓCIO NO DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO DO
CERRADO BRASILEIRO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Contábeis e Administração, da Fucape Pesquisa e Ensino S/A, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciências Contábeis e Administração – Nível Profissionalizante.

Orientador: Prof. Dr. Diego Rodrigues Boente.

**BRASÍLIA
2025**

PEDRO PAULO BARBOSA CAMELO

**O IMPACTO DO AGRONEGÓCIO NO DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO DO
CERRADO BRASILEIRO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Contábeis e Administração, da Fucape Pesquisa e Ensino S/A, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciências Contábeis e Administração - Nível Profissionalizante.

Aprovada em 15 de outubro de 2025.

BANCA EXAMINADORA

Profº Dr. Diego Rodrigues Boente
Fucape Pesquisa e Ensino S/A

Profº Dr. Adão Ferreira da Silva
Universidade Federal do Mato Grosso

Profº Msc. Cleyton Izidoro
Fucape Pesquisa e Ensino S/A

Com gratidão e amor, dedico este trabalho aos meus pais, “Cemelo” e Josina, pelos esforços que sempre dedicaram a nós, e pelos incentivos a estudar sempre. Sem vocês, não teríamos conseguido, acreditem!

Às minhas irmãs e à Rafaela, obrigado por sempre terem cuidado de mim e compreenderem, por vezes, minhas ausências físicas.

E por fim, à minha querida e amada Natividade -TO.

AGRADECIMENTOS

Ao bondoso e misericordioso Deus, Yahweh, que tem me sustentado e cumprido suas promessas em minha vida. Esteve comigo em todas minhas caminhadas, nunca me abandonou (Êx. 33:15).

Agradeço ao meu pai, Izambert Camelo Filho (Camelo), por ser a maior representação de humanidade e bom senso, inteligência real, educação e honestidade. O Senhor foi gigante. A minha mãe, Maria Josina Barbosa Camelo, por ter sido uma mulher guerreira, forte, e ter nos ensinado o valor da disciplina. A Senhora é demais Josi!

Às minhas irmãs, pelo cuidado, carinho e convivência. Do pouco que sei, tudo tem um pouco de cada uma de vocês. Não de esqueço e nunca me esquecerei do período que moramos juntos.

À Rafaela, a pessoa mais doce e meiga que meu Deus (YHWH) poderia ter colocado em minha vida. Mulher de fé, dedicação e ternura.

A todos os professores que contribuíram com minha formação, em especial, àqueles de minha querida e amada Natividade - TO, vocês foram de fundamentais.

Conciliar vida profissional e acadêmica não é uma tarefa fácil, por isso quero deixar meu agradecimento à PriceWaterhousecoopers (PwC) por ter me apoiado na realização do mestrado.

“A lenda pessoal é aquilo que você sempre desejou fazer. Todas as pessoas, no começo da juventude, sabem qual é sua lenda pessoal. Nesta altura da vida, tudo é claro, tudo é possível, e não temos medo de sonhar e de desejar tudo aquilo que gostaríamos de fazer. Entretanto, à medida em que o tempo vai passando, uma misteriosa força começa a tentar provar que é impossível realizar a Lenda Pessoal.

Esta força que parece ruim, na verdade, está ensinando a você como realizar sua Lenda Pessoal.

Está preparando seu espírito e sua vontade, porque existe uma grande verdade neste planeta: seja você quem for, quando quer com vontade alguma coisa, é porque este desejo nasceu na alma do Universo. É sua missão na Terra”.

(Paulo Coelho)

RESUMO

A crescente urbanização brasileira no decorrer das décadas gerou a necessidade no aumento da produção, com maior qualidade e eficiência, impulsionando investimentos em tecnologias aplicadas nas sementes, desenvolvendo novas cultivares, buscando maior produção, com redução da área cultivada, levando em consideração a diversidade de solos e climas existentes no Brasil. O aumento da produção fez com que o setor agrícola contribuísse com parcela significativa para economia, sendo justificada por sua participação no Produto Interno Bruto - PIB do Brasil, contribuindo com aproximadamente 1/4. O Brasil tem dimensões continentais e sua vegetação está distribuída em 6 tipos de biomas, sendo o cerrado o segundo maior bioma brasileiro, estando presente predominantemente no centro oeste brasileiro e no MATOPIBA – essa região é formada pelos estados do Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia, que teve forte expansão agrícola a partir da década de 1980 – responsáveis por produzir aproximadamente 41% de toda produção do país. Nesse contexto, a presente pesquisa teve como objetivo analisar o impacto da produção agrícola no desenvolvimento econômico dos municípios do cerrado brasileiro, considerando sua influência no PIB municipal e PIB per capita, na expansão da área colhida e da produção, no aumento dos indicadores de qualidade da educação, saúde e emprego, além do crescimento populacional, bem como no desmatamento dos municípios no período de 2014 a 2024. Os resultados da pesquisa não rejeitaram a hipótese de pesquisa em que o PIB municipal e o PIB per capita são influenciados pela expansão da produção agrícola e aumento populacional, além de contribuir para qualidade dos indicadores sociais e ambientais. Contudo, a hipótese que a área colhida impacta no PIB municipal e no PIB per capita é rejeitada.

Palavras-chave: agronegócio brasileiro; cerrado; desenvolvimento econômico; MATOPIBA; Centro-Oeste.

ABSTRACT

The growing urbanization of Brazil over the decades has created the need to increase production with higher quality and efficiency. This dynamic has driven investments in seed technologies, fostered the development of new cultivars, and sought to enhance yields while reducing cultivated land, taking into account the country's diverse soils and climates. The expansion of agricultural production has enabled the sector to make a significant contribution to the Brazilian economy, as reflected in its share of the Gross Domestic Product (PIB), accounting for approximately one-quarter of the total. Brazil has continental dimensions, with its vegetation distributed across six biomes, among which the Cerrado is the second largest. Predominantly located in the country's Center-West region and in MATOPIBA—a region comprising the states of Maranhão, Tocantins, Piauí, and Bahia—the Cerrado has undergone substantial agricultural expansion since the 1980s, and currently accounts for approximately 41% of Brazil's total production. In this context, the present study aims to analyze the impact of agricultural production on the economic development of municipalities within the Brazilian Cerrado. Specifically, it examines its influence on municipal PIB and PIB per capita, the expansion of harvested area and production, improvements in education, health, and employment indicators, population growth, as well as deforestation across municipalities between 2014 and 2024. The results of the study did not reject the research hypothesis that municipal PIB and PIB per capita are influenced by the expansion of agricultural production and population growth, in addition to contributing to the quality of social and environmental indicators. However, the hypothesis that harvested area impacts municipal PIB and PIB per capita is rejected.

Keywords: brazilian agribusiness; cerrado; economic development; MATOPIBA; Central-West.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Biomas brasileiros	20
Tabela 2 – Biomas, regiões por área em km (em km mil)	22
Tabela 3 – Biomas e municípios brasileiros	22
Tabela 4 – Biomas, regiões e municípios	23
Tabela 5 – Biomas, municípios e MATOPIBA	23
Tabela 6 – Representação da produção agrícola dos municípios da amostra	28
Tabela 7 – Representação da quantidade de municípios da amostra	28
Tabela 8 – Variáveis do estudo	34
Tabela 9 – Estatística descritiva da média, desvio padrão, e mediana das variáveis dependentes e independentes – 2013 a 2024	39
Tabela 10 - Matriz de correlação do PIB municipal do período, considerando as variáveis preditoras dos municípios da amostra	41
Tabela 11 - Matriz de correlação do PIB per capita do período, considerando as variáveis preditoras dos municípios da amostra	43
Tabela 12 - Regressão em painel com 239 municípios no período de 2014 a 2024	45
Tabela 13 – Evolução percentual (2014 – 2024) das variáveis das cidades mais jovens	53

LISTA DE SIGLAS

MATOPIBA – Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia

CEPEA – Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada

MAPA – Ministério da Agricultura e Pecuária

IFDM – Índice FIRJAN de Desenvolvimento Municipal

FIRJAN – Federação da Indústria do Estado do Rio de Janeiro

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

PRODES – Programa de Monitoramento da Floresta Amazônica Legal por Satélite

PIB – Produto Interno Bruto

RNC – Registro Nacional de Cultivares

SIDRA – Banco de Tabelas Estatísticas do IBGE

VBP – Valor Bruto da Produção

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	16
2.1 A EVOLUÇÃO DO AGRONEGÓCIO BRASILEIRO.....	16
2.2 O CERRADO BRASILEIRO	19
2.3 HIPÓTESES DE PESQUISA.....	25
3 METODOLOGIA DA PESQUISA.....	26
3.1 AMOSTRA	27
3.2 COLETA E TRATAMENTO DE DADOS	29
3.3 MODELO DE REGRESSÃO	30
3.4 VARIÁVEIS DE PESQUISA.....	32
4 RESULTADOS	36
4.1 ESTATÍSTICA DESCRITIVA.....	36
4.2 CORRELAÇÃO ENTRE AS VARIÁVEIS	41
4.3 ANÁLISE DE REGRESSÃO	45
5 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	52
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	56
REFERÊNCIAS.....	58

1. INTRODUÇÃO

No início da década de 1980, em meio a floresta amazônica brasileira, mais precisamente entre Carajás e o Araguaia, foi descoberta uma montanha de ouro (Teixeira et al., 2017), ouro de aluvião, presente nas camadas superficiais da terra. A notícia se espalhou pelo país, e começou a corrida pelo ouro, fazendo com que milhares de brasileiros migrassem para o interior do Pará em busca do minério (Veiga & Hinton, 2002).

Frente ao cenário econômico da época, encontrar ouro em meio a floresta amazônica poderia representar o sonho do “El Dourado”, de “bamburrar” da noite para o dia, saindo de uma condição de pobreza para riqueza (Monteiro et al., 2010).

Diante da expectativa e ascensão econômica, outro fenômeno foi protagonizado em meio ao cerrado brasileiro, através do agronegócio (Rada, 2013). A crescente urbanização brasileira gerou aumento na demanda alimentar, ocasionando a necessidade de produção em larga escala para o abastecimento alimentar da população (Pereira et al., 2012).

O setor agrícola passou por transformações e se consolidou como um dos fatores de sustentação da economia do Brasil e, o cerrado brasileiro, em particular, desempenhou um papel fundamental nesse processo, tornando-se um celeiro de produção agrícola (Rada, 2013).

Em 2024 o agronegócio produziu aproximadamente 23,5% do PIB do Brasil, sendo que em 2025 sua representatividade pode alcançar 29,4%, explicando sua importância na economia do país (Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada [CEPEA], 2025). A produção da lavoura representou 70% do valor bruto da

produção agropecuária (VBP), os 30% remanescentes são da pecuária (Ministério da Agricultura e Pecuária [MAPA], 2023).

Embora o agronegócio seja amplamente estudado por sua relevância na economia, ainda há pouca literatura explorando o impacto econômico nas cidades que mais produzem riqueza no cerrado, que estão localizadas no Centro-Oeste e MATOPIBA.

Visando preencher essa lacuna, a presente pesquisa tem como objetivo analisar o impacto da produção agrícola no desenvolvimento econômico dos municípios do cerrado brasileiro, considerando sua influência no PIB e PIB per capita, no crescimento populacional, produção e área colhida, no IFDM referente a educação, saúde e emprego, bem como no desmatamento dos municípios no período de 2014 a 2024.

A pesquisa está limitada as 239 cidades do centro oeste e do MATOPIBA que mais produziram riqueza durante o período de 2014 a 2024, que tem o cerrado como bioma predominante. Com intuito de alcançar o objetivo da pesquisa, a metodologia aplicada foi de forma quantitativa, onde foram considerados dados secundários, estruturados do IBGE, FIRJAN e PRODES, em um período de 11 anos. O cerrado se destaca por ser uma área estratégica, tanto para a economia quanto para a sustentabilidade ambiental, sendo o segundo maior bioma do país, ocupando 23,2% do território brasileiro, produzindo aproximadamente 42% da riqueza nacional gerada pelo agronegócio (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística [BGE], 2023).

A literatura traz conceitos diferentes para o desenvolvimento econômico e crescimento econômico. Destacando que o desenvolvimento econômico em uma sociedade, está ligado ao aumento do capital, que tem efeitos na eficiência da

produtividade, geração e distribuição de renda, transformando o padrão de vida das pessoas (Elfaki & Ahmed, 2024).

No que se refere ao processo de crescimento econômico, este pode ser explicado pela relação entre o capital, trabalho e tecnologia, os quais são os principais fatores na alavanca do crescimento, em um contexto em que a interação entre o capital e o trabalho afetam diretamente a produção, e a tecnologia aumenta o potencial produtivo, proporcionando eficiência na produtividade (Solow, 1956). Sendo que os investimentos em tecnologia melhoram os níveis de produção, além da geração de riqueza (Fosah et. al., 2023).

Nesse contexto, é importante mencionar que para fins desta pesquisa o conceito de desenvolvimento econômico será utilizado para representar a evolução referente as variáveis dependentes e independentes.

Foram abordados aspectos do agronegócio brasileiro nos municípios do cerrado, localizados no centro oeste e do MATOPIBA, representados pela evolução do PIB municipal e PIB per capita, produção da lavoura e área colhida, crescimento populacional, dos índices de desenvolvimento sociais relacionados a qualidade da educação e saúde, emprego e renda, além do indicador ambiental do incremento no desmatamento, sendo importantes variáveis que servem como indicadores de redução da desigualdade social.

O trabalho em questão não teve a pretensão de esgotar o tema, sendo sugeridas pesquisas e estudos complementares, relacionados a: (i) influência inversa, no sentido em que o agronegócio pode ter seu desenvolvimento baseado em boas gestões municipais em decorrência do perfil do gestor que implementa de políticas públicas, e/ou pelo aumento populacional, além de incorporar indicadores

relacionados de incentivos fiscais; (ii) sustentabilidade ambiental associada à intensificação da produção agrícola no cerrado; (iii) fatores que influenciam a migração de empresas para a região e eventualmente suas consequências socioeconômicas; (iv) impactos sociais e ambientais tais como, a perda de biodiversidade e a degradação do solo, relacionada à intensificação da produção agrícola; (v) estudo para observação se a pandemia COVID-19 exerceu algum impacto na diminuição da correlação entre o PIB e população a partir de 2020, ou mudanças estruturais nos municípios do cerrado brasileiro, e; (vi) mudança no bioma derivado do desenvolvimento econômico.

Como resultado, espera-se encontrar resposta para a seguinte hipótese de pesquisa: o PIB municipal e o PIB per capita dos municípios são impactados pelo aumento da produção da lavoura nas cidades do cerrado brasileiro, bem como na qualidade dos indicadores sociais e ambiental, e no crescimento populacional?

A pesquisa se justifica pelo fato de que em 2024, 23,5% do PIB do Brasil foi gerado pelo agronegócio. Em 2023, o centro oeste e o MATOPIBA, amplamente cobertas pelo cerrado, foram responsáveis por gerarem 42% da riqueza produzida pela lavoura do país. Ao analisar o desenvolvimento econômico dos municípios do cerrado, relacionando indicadores de produtividade, considerando os efeitos populacionais, a pesquisa contribui para a literatura na compreensão da relação entre o agronegócio e desenvolvimento regional, além da sustentabilidade do desenvolvimento agrícola naquele local. Ao relacionar a variação populacional com a produtividade e PIB, pode-se identificar desigualdades no impacto do agronegócio nos municípios, contribuindo com o avanço de políticas públicas voltadas para capacitação e desenvolvimento regional.

O presente trabalho está estruturado por capítulos, da seguinte forma: (i) introdução, (ii) referencial teórico, (iii) metodologia de pesquisa, (iv) resultados, (v) análise e discussão dos resultados e, (v) considerações finais.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 A EVOLUÇÃO DO AGRONEGÓCIO BRASILEIRO

A escassez dos recursos minerais (ouro) faz com que eles se tornem uma representação de riqueza ainda mais valiosa, por não ser renovável (Krautkraemer, 2005). A área em que o minério foi extraído não irá produzir mais ouro, sendo necessário buscar outra área pra uma nova extração. Diferentemente, a riqueza produzida pela lavoura do agronegócio, em suas diversas culturas, é renovável e sustentável (Berchin et al., 2019), plantando, colhendo, fazendo trato do solo, rotacionando a cultura, gerando e distribuindo riqueza.

As áreas ainda pouco exploradas acabam se tornando um campo aberto à oportunidade, criatividade e às tecnologias e inovações, atraindo investimentos e, consequentemente contribuindo para o desenvolvimento daquela região (Silva, 2024).

O setor agrícola tornou-se fundamental para a economia mundial, mas sua industrialização começou apenas na década de 1950, com incentivos a pesquisas agrícolas e implementação de tecnologias que aumentaram a eficiência produtiva (Alves et al., 2008).

O governo brasileiro, a partir da década de 1950, avançou com políticas de industrialização agrícola, como desvalorização cambial, incentivo à importação e empréstimos subsidiados (Alves et al., 2008). Após a implementação dessas políticas públicas, as décadas de 70 e 80 foi o período em que o país teve avanço no processo rural (IBGE, 2023), contribuindo para que trabalhadores da zona rural migrassem para as cidades em busca de emprego (Pereira et al., 2012).

No período de crescente êxito rural no país, criou-se uma falsa percepção que havia campo de tecnologias, sendo que no Brasil, a agricultura tradicional prevaleceu

até a década de 1970, onde o país recebia sistematicamente ajuda alimentar do exterior (Pereira et al., 2012). Ainda, àquela época havia se tornado claro que não era a forma mais eficiente para o Brasil a expansão da produção apenas por meio do aumento da área cultivada, embora mais da metade do território nacional permanecesse coberto pela vegetação natural (Pereira et al., 2012). A melhor opção seria expandir a produção através do aumento da produtividade da terra, reduzindo o a necessidade de conquista da fronteira agrícola (Alves et al., 2008).

A resseção econômica que o país enfrentou (Conceição, 2013), a necessidade de abastecimento alimentar provocada pelo êxito rural (Yap, 1976), impulsionaram investimentos no setor agrícola, consequentemente contribuindo para evolução do agronegócio brasileiro (Medina & Pokorny, 2022). O Centro-Oeste e a região do MATOPIBA representam uma das narrativas mais importantes para a evolução do agronegócio brasileiro, onde diversas cidades nasceram em meio aos troncos retorcidos do cerrado, outras cresceram e se desenvolveram, se tornando sólidas e viáveis economicamente (Mores et al., 2022). Nesse contexto, cidades como Sorriso, Sapezal, Campo Novo dos Parecis, Nova Mutum, Primavera do Leste e Paranatinga, localizadas no Estado do Mato Grosso, com menos de 50 anos de emancipação estão entre as 15 cidades mais ricas do agronegócio brasileiro. Importante também, mencionar cidades que estão localizadas na região do MATOPIBA, como São Desidério, Luiz Eduardo Magalhães e Barreiras, no estado da Bahia, e Lagoa da Confusão no Tocantins, que mantém produções relevantes no agronegócio brasileiro.

A crescente urbanização brasileira no decorrer das décadas provocou aumento na demanda alimentar, gerando a necessidade de produção em larga escala para o abastecimento alimentar da população, além do surgimento de novas cidades (Pereira et al., 2012).

A necessidade do aumento da produção, com maior qualidade e eficiência, gerou investimentos em pesquisas e desenvolvimento de sementes que contribuíram com os avanços nos resultados do cultivo, proporcionando maior desempenho aos produtores (Pereira et al., 2012).

Assim, é necessário investimento maciço em pesquisas e inovações buscando aumentar a produção, qualidade e eficiência sem ter a necessidade aumento da área cultivada (Cruz et al., 2022). O governo brasileiro apoia o agronegócio através de renúncias fiscais e de pesquisa agrícola, principalmente por meio da Embrapa.

Em decorrência do aumento populacional, acarretando maior demanda por alimentos, novas variedades de plantas tornaram-se ferramentas importantes para o cultivo mais eficiente (Silva et al., 2021). Os mesmos autores concluem que, somente após o século XX que a seleção de plantas foi realizada em princípios baseados na genética de forma científica.

Nesse sentido, uma semente geneticamente modificada possui três componentes passíveis de patentes: (i) o germoplasma vegetal; (ii) sequência de genes, e (iii) as ferramentas de pesquisa necessárias para incorporar a nova característica genética na célula vegetal (Silva et., 2021).

Buscando promover a inscrição prévia do cultivares, o Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA) instituiu o Registro Nacional de Cultivares (RNC), por meio da Portaria nº 527, de 30 de dezembro de 1997, onde habilitou para a produção e comercialização de sementes e mudas no País. O registro de cultivares proporcionou que os resultados dos altos investimentos relacionados a pesquisas e desenvolvimentos que viabilizaram o potencial genético de determinada semente

dentro dos rigorosos padrões de qualidade possam ser comercializados pelas pessoas físicas e jurídicas que realizaram tais gastos.

As novas cultivares tiveram papel importante no processo de evolução da lavoura no Brasil (Alves et al., 2008), melhorando a eficiência da produção em biomas diversos, com solos ácidos e climas diferentes (Zilli et al., 2020).

A evolução do agronegócio brasileiro também pode ser demonstrada por sua participação no mercado global, responsável pela metade (50%) do mercado de soja, se caracterizando como o maior exportador mundial, e o segundo que mais exporta milho (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária [EMBRAPA], 2021).

O processo de geração de riqueza através do agronegócio impulsiona novos investimentos, e o reinvestimento, no setor agrícola, que proporciona aumento da produção, contribuindo para a manutenção e geração de empregos, que traz benefícios na renda per capita e na ascensão populacional.

Dentre as mudanças que a sociedade busca, o desenvolvimento econômico é uma das mais atenuantes, pois traz consigo melhor distribuição de renda, que proporciona melhorias nas condições de vida das pessoas (Ventura, 2005), resultando no crescimento da demanda, conseqüentemente no aumento da produção, fatores que contribuem para geração de empregos e melhor distribuição de renda.

2.2 O CERRADO BRASILEIRO

Um país e uma sociedade não são constituídos unicamente por pessoas, mas também pelo seu território. E é, no solo desse território que as pessoas irão viver e conviver, trabalhar, produzir e consumir, gerar e distribuir riqueza.

No entanto, ao se avaliar a estrutura de crescimento econômico de um determinado território, o desenvolvimento econômico é um dos aspectos primários a serem levados em consideração, que tem como principal indicativo o produto interno bruto (PIB) como critério de avaliação (Chen & Tang, 2024).

Importante também mencionar que as relações desenvolvidas em um país não são somente constituídas sobre os aspectos físicos do território, mas também nos aspectos socioeconômicos, conduzidos por meio da combinação da economia, cultura, política e ecologia, com intuito de conciliar diferentes usos da terra e a promoção do desenvolvimento sustentável (Lopes et al., 2021).

O território brasileiro tem dimensões continentais, com bioma, solos e climas diversificados, proporcionando mais variedades de cultivo (Rada, 2013). O extenso e variado território brasileiro, faz com que o Brasil seja o quinto maior país do mundo em extensão territorial, com aproximadamente 8.510.418 km² (IBGE, 2022).

Em virtude dessas variedades de solo, clima e vegetação, a faixa territorial do Brasil é dividida em 6 biomas: (i) amazônia; (ii) cerrado; (ii) mata atlântica; (iv) caatinga; (v) pampa, e; (vi) pantanal (IBGE, 2022).

Tabela 1 - Biomas brasileiros

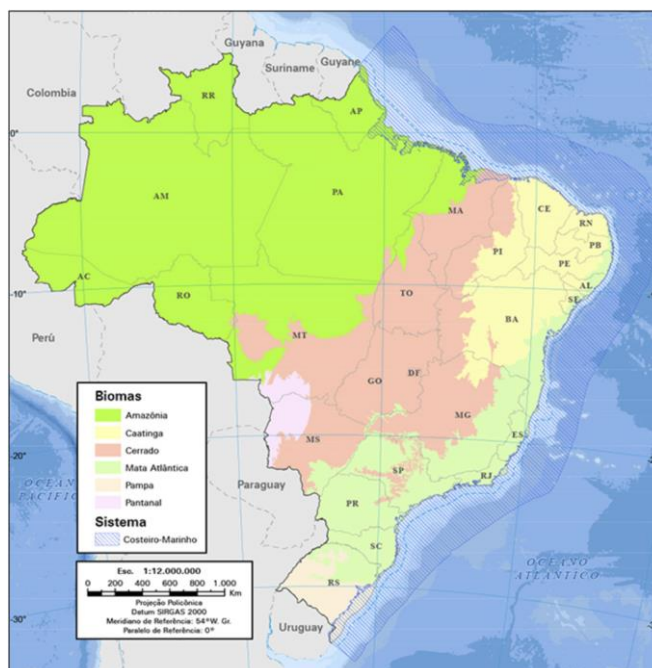
Biomas Brasileiros	Área Aproximada (Km2)	Porcentagem (%)
Amazônia	4.217.891	49,6%
Cerrado	1.978.492	23,2%
Mata Atlântica	1.088.856	12,8%
Caatinga	857.844	10,1%
Pampa	197.285	2,3%
Pantanal	170.049	2,0%
Total Brasil	8.510.418	100%

Fonte: IBGE (2022).

Dos biomas existentes no Brasil, o cerrado é a segunda vegetação com maior área territorial no solo brasileiro. Aproximadamente 23,2% de todo território brasileiro

é composto pelo cerrado, estando presente principalmente no centro oeste do país e na região do MATOPIBA (IBGE, 2022).

Figura 1 - Mapa dos Biomas brasileiros



Fonte: IBGE (2006).

O cerrado é o bioma predominante no planalto central brasileiro, muitas vezes comparado à savana, ele se destaca por suas riquezas em biodiversidade, que são adaptadas às condições únicas de solo e clima (Kink & Machado, 2005). A importância do cerrado vai além da biodiversidade, desempenhando um papel fundamental no agronegócio brasileiro.

Contudo, somente nas últimas décadas do século XX, com investimentos em máquinas agrícolas, avanços tecnológicos e utilização de cultivares, que começou a transformação do cerrado em uma área produtiva (Medina & Pokorny, 2022).

O cerrado tem sua vegetação presente em 11 estados brasileiros, contudo, tem predominância no Distrito Federal (100%), Goiás (99%) e Tocantins (91%). Além de ocupar mais da metade do território dos estados do Maranhão (65%), Mato Grosso do

Sul (61%), Minas Gerais (56%) e Piauí (54%), e estando também, em outras proporções, no Mato Grosso, Bahia, Piauí, São Paulo e Paraná (IBGE, 2022).

Além das características visíveis dos troncos retorcidos, próprias da vegetação do cerrado, das riquezas de sua biodiversidade, é importante mencionar a respeito da divisão geográfica, onde 81% da área do cerrado está no centro oeste brasileiro (45%) e no MATOPIBA (36%).

Mais da metade (56%) do total da área do centro oeste brasileiro, 895.470 km², está composto da vegetação do cerrado (IBGE, 2022).

Tabela 2 - Biomas, regiões por área em km (em km mil)

Bioma	Norte		Nordeste		Centro Oeste		Sudeste		Sul	
Amazônia	3.598	93%	115	7%	506	31%	-	0%	-	0%
Cerrado	253	7%	457	29%	895	56%	372	40%	1	0%
Caatinga	-	0%	827	53%	-	0%	31	3%	-	0%
Mata Atl.	-	0%	153	10%	35	2%	522	56%	378	66%
Pampa	-	0%	-	0%	-	0%	-	0%	198	34%
Pantanal	-	0%	-	0%	170	11%	-	0%	-	0%
Total	3.851	100%	1.552	100%	1.606	100%	925	100%	577	100%

Fonte: IBGE (2022).

Atualmente, o Brasil conta com 5.571 municípios, com variações de tamanho e características naturais, com suas vegetações divididas entre os 6 biomas existentes no país. A mata atlântica está presente em 49,2% da totalidade dos municípios brasileiros, sendo o bioma com maior predominância. O cerrado está presente em 19,1% dos municípios brasileiros, sendo a terceira vegetação com maior abrangência em se tratando quantidade de municípios.

Tabela 3 - Biomas e municípios brasileiros

Bioma predominante	Municípios	Porcentagem
Mata Atlântica	2.741	49,2%
Caatinga	1.095	19,7%
Cerrado	1.062	19,1%
Amazônia	504	9,0%
Pampa	160	2,9%
Pantanal	9	0,2%
Total Brasil	5.571	100%

Fonte: IBGE (2024).

Nota-se que, o cerrado é o segundo maior bioma brasileiro (23,2%), em se tratando de extensão territorial. Mas quando se fala em quantidade de municípios, ele é ultrapassado pela caatinga, ficando na terceira posição (19,1%).

Cerca de 68% dos municípios brasileiros que tem o cerrado como vegetação predominante estão localizados nas regiões do Centro-Oeste (33%) e do MATOPIBA (35%).

Outro dado que se torna relevante mencionar, é que 76% dos municípios do Centro-Oeste brasileiro têm o cerrado como vegetação predominante (IBGE, 2022).

Tabela 4 - Biomas, regiões e municípios

Bioma	Norte		Nordeste		Centro Oeste		Sudeste		Sul	
Amazônia	334	74%	93	5%	76	16%	-	0%	-	0%
Cerrado	116	26%	250	14%	355	76%	340	20%	1	0%
Caatinga	-	0%	1.070	60%	-	0%	25	1%	-	0%
M. Atlântica	-	0%	381	21%	27	6%	1.303	78%	1.030	86%
Pampa	-	0%	-	0%	-	0%	-	0%	160	13%
Pantanal	-	0%	-	0%	9	2%	-	0%	-	0%
Total Brasil	450	100%	1.794	100%	467	100%	1.668	100%	1.191	100%

Fonte: IBGE (2024).

Além do centro oeste, o MATOPIBA é uma importante região do Brasil, composta por áreas dos estados do Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia, formada por 337 municípios com uma área total de 730.829 km2, tendo 87% de sua área com predominância do cerrado (IBGE, 2022).

Tabela 5 - Biomas, municípios do MATOPIBA

Área	Cerrado	Caatinga	Amazônia	TOTAL
MA	209.111	-	30.214	239.325
TO	252.979	-	24.445	277.424
PI	68.053	14.145	-	82.198
BA	103.075	28.807	-	131.883
TOTAL	633.218	42.952	54.659	730.829

Fonte: IBGE (2024).

Na região do MATOPIBA, o Tocantins é o estado que tem a maior parte de sua área coberta pela vegetação do cerrado, aproximadamente 91%, seguido do Maranhão com 63%.

Devido à grande área que o cerrado ocupa no território brasileiro, aliado a necessidade do Brasil ser um produtor agrícola em escala global, tem ocorrido o aumento da produção da lavoura no cerrado (Rada, 2013).

Contudo, no Brasil o avanço da produção agrícola encontra restrições legais na utilização da área cultivável, pois há exigência de preservação da vegetação natural, que vai de 20% a 80% de manutenção de reserva legal (Metzger et. al., 2019). A Lei 12.651/2012, menciona que as propriedades rurais localizadas no cerrado brasileiro devem manter área com vegetação nativa de 35%, a título de reserva.

A necessidade do aumento alimentar, fruto da crescente populacional, muitas vezes se esbarra em barreiras legais do aumento das áreas de produção agrícola. Assim, os investimentos em tecnologia e pesquisa, proporcionaram o desenvolvimento de sementes geneticamente modificadas aumentando a eficiência da lavoura, transformando recursos naturais subutilizados em novas fronteiras agrícolas (Nehring, 2022).

Os investimentos em tecnologia fizeram com que o cerrado brasileiro desempenhasse um papel fundamental para que o agronegócio, se tornasse parte importante na mola propulsora que impulsiona a economia brasileira (Rada, 2013).

2.3 HIPÓTESES DE PESQUISA

Dado o exposto na pesquisa, as hipóteses constituem uma etapa importante no presente estudo, viabilizando a construção de relações entre as variáveis testáveis e a confrontação dos modelos teóricos com a realidade examinada.

Nesse cenário em que o desenvolvimento econômico dos municípios do centro oeste e MATOPIBA, que tem o cerrado como bioma predominante, são impulsionados pelo agronegócio, a definição das hipóteses que possibilitem compreender de que forma fatores como a expansão na área colhida e produção, bem como o aumento populacional, estão associados ao desempenho econômico.

As hipóteses buscam alinhar os referenciais teóricos à análise empírica, permitindo avaliar em que medida a evolução da atividade agrícola e das condições socioeconômicas influenciam a geração de riqueza e o bem estar das pessoas daquelas regiões. Dessa forma, a seguir são apresentadas as seguintes hipóteses:

H1 - PIB municipal está associado positivamente à área colhida;

H2 - PIB municipal está associado positivamente à produção agrícola;

H3 - PIB municipal está associado positivamente à população;

H4 - PIB per capita está associado positivamente à área colhida;

H5 - PIB per capita está associado positivamente à produção agrícola;

H6 - PIB per capita está associado positivamente à população.

3. METODOLOGIA DE PESQUISA

A pesquisa está limitada nos 239 municípios do centro oeste e MATOPIBA que mais produziram na lavoura no período de 2014 a 2024, que tem o cerrado como bioma predominante. O período de análise tem limitações de atualização oficial dos dados, retroagindo a um período de 11 anos.

Para que o objetivo da pesquisa seja alcançado, foram utilizados dados secundários onde foi possível extrair a evolução da produção e área colhida por município brasileiro, evolução do PIB municipal e PIB per capita, variação populacional, bem como o Índice de Firjan de Desenvolvimento Municipal – IFDM, relacionado a educação, saúde e emprego, além do incremento do desmatamento nos municípios do cerrado brasileiro que mais produziram durante o período de 2014 a 2024. Dado isto, sendo justificada a importância que, de acordo com o Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA), em 2023 aproximadamente um quarto do PIB do Brasil foi gerado pelo agronegócio, sendo que, em torno de 42% da produção estava concentrada na região do centro oeste e do MATOPIBA.

Apesar do agronegócio ser composto da lavoura e pecuária, devido a abrangência e limitação de dados técnicos, a pesquisa direcionou seus esforços para a lavoura, em decorrência de representar aproximadamente 70% do agronegócio.

Com a formatação e aglutinação dos dados, resultando num banco de dados que contribuiu para resolução do problema de pesquisa, sendo utilização regressão linear.

3.1 AMOSTRA

O Brasil é constituído por 5.571 municípios, dos quais 1.062 tem o cerrado como bioma predominante, e 631 municípios do cerrado brasileiro estão localizados na região do centro oeste e MATOPIBA (IBGE, 2024).

Dado isto, a amostra foi composta por dados secundários, referentes ao período de 2014 a 2024, dos municípios brasileiros que mais produziram no cerrado, que estão no centro oeste e no MATOPIBA. A definição da amostra foi realizada utilizando a fórmula de dimensionamento amostral para população finita, apresentada na Equação (1). Foi utilizada a metodologia de amostragem aleatória simples.

Essa abordagem teve como referência os trabalhos de Agranonik e Hirakata (2011) e Virgillito (2017). Com base nesse método, chegou-se inicialmente a um total de 239 municípios:

$$n = \frac{N \cdot Z^2 \cdot p(1-p)}{Z^2 \cdot p(1-p) + e^2 \cdot (N - 1)}$$

Pela fórmula demonstrada acima, utilizada para o cálculo da amostra, tem-se: n = amostra calculada; N = população; Z = variável normal padronizada relacionada ao grau de confiança; p = verdadeira probabilidade do evento; e = erro amostral (Agranonik & Hirakata, 2011; Virgillito, 2017). Utilizando-se N=631, Z = 1,96, e= 0,05 e p=0,5 obteve-se 239,02 municípios¹.

A quantidade de municípios analisados se deu em decorrência da representatividade da amostra, por produção em toneladas correspondente ao período em análise, em um nível de confiança de 95%.

¹ Quantidade arredondada para 239, o que pode ser confirmado na calculadora de alguns endereços eletrônicos de estudos estatísticos disponíveis, como <https://comentto.com/calculadora-amostral/> e <http://www.openepi.com/SampleSize/SSPropor.htm>.

A amostra contemplando os 239 municípios que mais produziram no cerrado brasileiro no período de 2014 a 2024, justifica-se uma vez que, esses municípios selecionados representam 95% do somatório de toda riqueza gerada pela produção (VBP) na área do cerrado brasileiro localizada no centro oeste e no MATOPIBA.

Tabela 6 - Representação da produção agrícola dos municípios da amostra
Representação pela produção agrícola (R\$ mil)

UF	Produção (A)	População (B)	Amostra (C)	C/B = D
GO	68.138.478	67.669.108	61.876.536	91%
MT	153.504.261	85.031.269	84.322.966	99%
MS	51.546.400	39.550.363	38.567.905	98%
MA	11.610.816	9.613.058	7.276.485	76%
TO	15.008.888	14.668.442	12.082.855	82%
PI	12.951.412	11.343.433	11.005.597	97%
BA	43.339.312	27.159.869	27.073.972	100%
Total	356.099.567	255.035.542	242.206.316	95%

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

A Tabela 6 demonstra a produção de cada estado que compõem as regiões centro oeste e MATOPIBA, apresentando: (A) a produção total em reais dos municípios dos respectivos estados; (B) somente a riqueza gerada pelos municípios do centro oeste e MATOPIBA, que tem o cerrado como bioma predominante; (C) riqueza gerada pelos municípios que compõem a amostra da pesquisa, e; (D) a representação percentual da amostra sobre a população.

A seguir será apresentada tabela com a representatividade dos municípios da amostra perante a população.

Tabela 7 - Representação da quantidade de municípios da amostra
Representação geográfica por municípios

UF	Municípios (A)	População (B)	Amostra (C)	C/B = D
GO	246	242	88	36%
MT	141	61	43	70%
MS	79	51	37	73%
MA	217	119	14	12%
TO	139	116	37	32%
PI	224	25	11	44%
BA	417	16	9	56%
Total	1.463	630	239	38%

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

A Tabela 7 apresenta a quantidade de municípios em cada estado que compõem as regiões centro oeste e MATOPIBA, sendo que: (A) a quantidade total de municípios dos respectivos estados que compõem o centro oeste e o MATOPIBA; (B) quantidade de municípios, que tem o cerrado como bioma predominante, que estão localizados nas respectivas regiões mencionadas anteriormente; (C) municípios que compõem a amostra da pesquisa divididos por estado que compõem a região centro oeste e MATOPIBA, e; (D) a representação percentual da amostra sobre a população.

3.2 COLETA E TRATAMENTO DE DADOS

Para avaliar se o desenvolvimento econômico dos municípios do cerrado brasileiro, localizados no centro oeste e MATOPIBA, foi influenciado pelo avanço da atividade agrícola (lavoura), utilizou-se uma base de dados composta por variáveis como o PIB municipal e PIB per capita, produção agrícola (toneladas), área colhida (em hectares), evolução populacional (informações disponibilizadas pelo IBGE), avaliação do desenvolvimento social pelo IFDM, que é um indicador que mede a educação de qualidade e a saúde da população, a qualificação da força de trabalho, além da avaliação do avanço no desmatamento (em hectares). Essa metodologia mediu o desempenho dos municípios por meio da evolução percentual dessas variáveis.

Em decorrência da limitação na disponibilidade de dados nas variáveis dependente e variável defasada nos anos de 2022 a 2024, nas variáveis independentes de produção e área colhida no de 2024, a variável independente da população municipal e a variável de controle no ano de 2023, foi utilizada para atualização a evolução média linear dos últimos anos. Em virtude da referida limitação, foi estabelecido que a análise se daria em um período de 11 anos.

3.3 MODELO DE REGRESSÃO

A Regressão em Paineis é um modelo estatístico que combina dados entre unidades (municípios) e ao longo do tempo (anos). Ele permite controlar variáveis não observadas (como características fixas dos municípios) e melhorar a robustez das estimativas em relação à simples regressão *cross-section* ou série temporal.

A Regressão em Paineis apresentará um modelo de efeitos aleatórios, visto que não há necessidade de controlar efeitos fixos como tipo de solo de cada município e políticas estaduais locais, e também é possível admitir que as características socioeconômicas podem variar aleatoriamente ao longo do tempo.

O modelo em painéis tem a vantagem de controlar a heterogeneidade não observada entre municípios, detecta efeitos temporais, melhora a eficiência estatística e é ideal para inferência causal mais robusta.

Com o propósito de testar a hipótese de que o PIB municipal e o PIB per capita são impactados pelo aumento da produção da lavoura nas cidades do cerrado brasileiro, presentes no centro oeste e no MATOPIBA, bem como no aumento na área colhida, o crescimento populacional, a melhora na qualidade dos indicadores sociais de educação, saúde e emprego, além do desmatamento na região. Para análise dos dados a presente pesquisa utilizou o modelo econométrico, a partir da Regressão Linear Múltipla, construído pela equação desenvolvida abaixo por meio de uma regressão linear múltipla:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \dots + \beta_K X_K + \varepsilon$$

O modelo empírico para avaliar se o desenvolvimento econômico dos municípios do cerrado brasileiro foi impactado pelas variáveis de área colhida e produção, aumento populacional, qualificação da força de trabalho, educação e saúde

de qualidade da população daqueles municípios, além do desmatamento, foi apresentado pela seguinte equação abaixo para o modelo que tem o PIB municipal como variável dependente:

$$PIB_{it} = \beta_0 + \beta_1 \text{População}_{it} + \beta_2 \text{Área colhida}_{it} + \beta_3 \text{Produção (ton.)}_{it} + \mu_{it} + \varepsilon_{it}$$

Onde:

i = município

t = ano

PIB_{it} = Produto Interno Bruto do município i no ano t

População_{it} , Área colhida_{it} , $\text{Produção (ton.)}_{it}$, IFDM educação $_{it}$, IFDM saúde $_{it}$, IFDM emprego $_{it}$, Desmatamento_{it} = variáveis independentes

μ_{it} = efeitos aleatórios do município (capturam características constantes não observadas, como localização, políticas locais, clima típico)

ε_{it} = erro aleatório

Para o segundo modelo, que tem o PIB per capita como variável dependente, foi apresentado pela seguinte equação:

$$PIB_{it} = \beta_0 + \beta_1 \text{Área colhida}_{it} + \beta_2 \text{Produção (ton.)}_{it} + \mu_{it} + \varepsilon_{it}$$

Onde:

i = per capita

t = ano

PIB_{it} = Produto Interno Bruto per capita i no ano t

Área colhida_{it} , $\text{Produção (ton.)}_{it}$, IFDM educação $_{it}$, IFDM saúde $_{it}$, IFDM emprego $_{it}$, Desmatamento_{it} = variáveis independentes

μ_{it} = efeitos aleatórios do município (capturam características constantes não observadas, como localização, políticas locais, clima típico)

ε_{it} = erro aleatório

O qual possibilitará a avaliação das seguintes hipóteses centrais: o PIB municipal e o PIB per capita são influenciados pelas variáveis preditoras.

A apresentação dos dados quantitativos foi realizada por meio de medidas de tendência central e de variação, e tiveram a normalidade conduzida pelo teste de D'Agostino-Pearson e o " Δ (%)" é dado pela diferença percentual em relação ao ano anterior. As matrizes de correlações foram realizadas pela Correlação Linear de Pearson. A regressão em painel com $n=239$ municípios no período de 11 anos (de 2014 a 2024) teve como variáveis dependentes o PIB municipal e PIB per capita, e como variáveis preditoras: área colhida e produção agrícola, população, IFDM educação, IFDM saúde, IFDM emprego e o incremento do desmatamento. Foi previamente fixado o nível alfa $=0,05$ (Erro alfa = 5%) para rejeição da hipótese nula. O processamento estatístico foi realizado no programa STATA versão 16.

3.4 VARIÁVEIS DA PESQUISA

Para esse modelo de estudo, foram considerados dados estruturados obtidos no Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Índice Firjan de Desenvolvimento Municipal (IFDM) e pelo Projeto de Monitoramento de Desmatamento na Amazônia Legal por Satélite, dessa forma, utilizados dados secundários. Foi utilizado o Produto Interno Bruto (PIB) municipal e o PIB per capita como variáveis dependentes e variáveis defasadas, sendo um importante indicador para medir o desempenho local, que demonstra a riqueza gerada dentro de cada município. Como variáveis independentes, foram utilizadas a área colhida em hectares e a produção em toneladas, as quais refletem como indicadores do avanço da agricultura, ajudando a identificar padrões de crescimento, produtividade e eficiência agrícola. Também foi utilizada como variável independente a evolução populacional.

Como variáveis de controle foram utilizados o IFDM educação, saúde e emprego, que são termômetros que medem o desenvolvimento socioeconômico brasileiro em nível municipal. Outra importante variável de controle foi o incremento no desmatamento, onde tal observação contribuiu para análise dos aspectos ambientais. As análises das variáveis contribuem para quantificar a relação entre a produção agrícola, o PIB e população dos municípios do cerrado, além de analisar a correlação entre as variáveis PIB, produção, área colhida e população no período de estudo, bem como avaliar o poder explicativo das variáveis de produção agrícola e populacional sobre o PIB municipal.

Em razão de diversas cidades serem relativamente novas, tendo seu surgimento fomentado pelo agronegócio, a evolução populacional como variável de controle, durante o período em análise, como indicador atração pelo desenvolvimento econômico daquela região. A seguir será apresentada a organização das variáveis:

Tabela 8 - Variáveis do estudo

Variável	Tipo	Descrição	Referência
PIB municipal	Dependente	Indicador que permite medir o desempenho local, demonstrando a riqueza de cada município.	IBGE
PIB per capital	Dependente	Indicador que permite medir o desempenho local, demonstrando a riqueza gerada por cada pessoa, dos respectivos municípios.	
Produção agrícola (TON.)	Independente	Indicador da expansão agrícola, que possibilita identificar padrões de crescimento, produtividade e eficiência agrícola.	IBGE
Área colhida (HEC.)	Independente	Indicador do aumento da atividade agrícola, que possibilita identificar padrões de crescimento, produtividade e eficiência agrícola.	IBGE
IFDM educação	Independente	Indicador que reflete os padrões de desenvolvimento socioeconômico que avalia a oferta e qualidade da educação básica em escolas públicas e privadas, desde a educação infantil ao ensino médio, em todos os municípios brasileiros.	FIRJAN
IFDM saúde	Independente	Indicador que reflete os padrões de desenvolvimento socioeconômico que avalia as variáveis como cobertura vacinal, o percentual de gestantes que realizam consultas de pré-natais, a incidência de gravidez na adolescência, o número de internações por condições sensíveis à atenção básica e por problemas relacionados ao saneamento inadequado, a taxa de óbitos infantis evitáveis e a quantidade de médicos disponíveis para cada mil habitantes, em todos os municípios brasileiros.	FIRJAN
IFDM Emprego e renda	Independente	Indicador que reflete os padrões de desenvolvimento socioeconômico que avalia a capacidade de geração de empregos e distribuição de renda em todos os municípios brasileiros.	FIRJAN
Incremento de desmatamento (HEC.)	Independente	Indicador que mede o avanço do desmatamento, que possibilita identificar o incremento anual do desmatamento nos municípios brasileiros.	PRODES
População	Controle	Indicador de atração das pessoas pelo desenvolvimento econômico da região.	IBGE

Fonte de dados: Elaborado pelo autor da pesquisa (2025).

As variáveis dependentes adotadas nesse estudo compreendem o crescimento econômico, representado pelo PIB municipal e PIB per capita, dos municípios do cerrado brasileiro que estão localizados nas regiões centro oeste e no MATOPIBA.

Dada a importante relação do PIB do agronegócio frente ao PIB nacional, representando aproximadamente $\frac{1}{4}$ de toda riqueza gerada no país, influenciou a escolha do PIB municipal e PIB per capita dos municípios como variáveis dependentes, identificando as influências de outras variáveis no seu crescimento.

A métrica utilizada para análise foi baseada na evolução da área plantada (hectares), no avanço da produção agrícola (toneladas), no aumento da população, a evolução dos indicadores do IFDM educação, saúde e emprego, bem como no incremento do desmatamento dos municípios do cerrado entre os anos de 2014 a 2024. Os dados foram extraídos da plataforma SIDRA, do site do IBGE, IFDM, PRODES, onde cada variável tem sua unidade de medida estabelecida previamente, como: (i) área colhida é demonstrada por hectares; (ii) a produção é apresentada por toneladas; (iii) a população dos municípios é quantidade numérica de habitantes, (iv) o IFDM definido por indicadores de 0 a 1, e; (v) o incremento de desmatamento por hectares.

Importante mencionar que o IFDM estabelece valores de referência que facilitam a análise, os quais são demonstrados abaixo:

Quadro 1 - Representação dos conceitos do IFDM

IFDM – Desenvolvimento econômico	
Índice	Conceitos
0,0 e 0,4	Desenvolvimento Crítico
0,4 a 0,6	Desenvolvimento baixo
0,6 a 0,8	Desenvolvimento moderado
0,8 a 1,0	Desenvolvimento alto

Fonte: Elaborado pelo autor da pesquisa (2025).

4. RESULTADOS

Nesta seção, são apresentadas a análise descritiva dos dados e os resultados da regressão com dados em painel, demonstrando uma interpretação das evidências empíricas.

4.1 ESTATÍSTICA DESCRITIVA

Por meio da estatística descritiva é possível organizar, resumir e apresentar as informações de forma mais clara, se tornando uma importante etapa na análise dos dados.

Dessa forma, a Tabela 2 mostra o PIB anual dos municípios analisados apresentou crescimento contínuo entre 2013 e 2024, passando de R\$ 802 milhões para R\$ 2.718 bilhões, com variações anuais significativas, sendo o maior aumento registrado em 2021 (+25,7%) e o menor em 2019 (+2,4%). A desigualdade econômica é evidente, com desvio padrão de R\$ 4.632 bilhões e extremos entre R\$ 33 milhões e R\$ 41,1 bilhões. O PIB per capita também cresceu de forma expressiva, de R\$ 28,03 mil em 2013 para R\$ 112,26 mil em 2024, com avanços anuais entre 0,9% e 30% e desvio padrão de R\$ 139,24 mil em 2024, evidenciando grandes disparidades entre municípios.

A produção anual em toneladas apresentou crescimento ao longo do período, com média geral de 907,6 mil toneladas, variando de 788 mil em 2014 a 1.134,9 milhões em 2024, e com flutuações anuais, incluindo aumento de 19,9% em 2023 e queda de 7,8% em 2016. A desigualdade entre municípios é significativa, evidenciada pelo desvio padrão de 1.602,2 mil toneladas e extremos entre 2,6 mil e 9.430,6 mil toneladas, indicando concentração da produção em poucos municípios.

A área colhida apresentou crescimento ao longo do período, com média de 109,6 mil hectares e aumento de 46% entre 2014 e 2024, variando de 93,5 mil a 136,6 mil hectares. A evolução anual oscilou, com maior aumento em 2017 (+7,9%) e queda em 2016 (-1,4%), sendo de 5,3% em 2024. A desigualdade entre municípios é evidente, com extremos de 906 hectares a 1.238,4 mil hectares e mediana de 66,4 mil hectares, indicando concentração da produção agrícola em regiões específicas.

Todos os municípios analisados apresentaram crescimento populacional ao longo do período, com média de 32 mil habitantes, variando de 29,8 mil em 2014 a 32 mil em 2024, e variações anuais entre +1,26% e +1,98%. A desigualdade populacional é evidente, com extremos entre 1,75 mil e 954,5 mil habitantes, desvio padrão de 78,38 mil e mediana de 13,92 mil, indicando concentração da população em poucos centros urbanos.

Os indicadores do IFDM evidenciam crescimento no desenvolvimento socioeconômico dos municípios entre 2013 e 2024, com avanços de 60% em educação, 43% em saúde e 13% em emprego. Apesar do progresso, as médias históricas indicam desenvolvimento baixo em educação e saúde (0,5) e moderado em emprego (0,66). As variações anuais oscilaram, com picos em 2023 para educação (+10,6%) e saúde (+7,5%) e em 2021 para emprego (+8,0%), enquanto 2016 foi o ano de menor desempenho. Municípios como Currais/PI e São Raimundo das Mangabeiras/MA apresentaram os menores índices, e Juscimeira/MT e Paraíso das Águas/MS os maiores. Em 2024, as medianas superaram as médias, indicando maior distribuição do desenvolvimento entre as regiões.

Entre 2014 e 2024, o incremento do desmatamento apresentou redução média de 36%, passando de 2,07 mil hectares para 1,34 mil hectares. As variações anuais foram expressivas, com maior aumento em 2022 (+38,3%) e maior redução em 2024

(-41,9%). A desigualdade entre municípios é evidente, com extremos próximos a zero e picos de 43,37 mil hectares, e desvio padrão elevado, indicando concentração do desmatamento em determinadas áreas.

Os dados revelam um cenário de crescimento econômico e populacional, acompanhado pelo avanço da agricultura, mas com desigualdades regionais acentuadas. O PIB municipal e o PIB per capita teve um salto significativo após 2020, possivelmente influenciado pela recuperação pós-pandemia, enquanto a população cresceu de forma mais estável. Na agricultura, houve aumento consistente na área colhida e na produção, exceto em 2016, que registrou quedas em ambos os indicadores. Municípios como Sorriso/MT e Mineiros/GO destacaram-se como grandes polos produtivos, enquanto outros permaneceram com indicadores muito baixos. A análise evidencia a concentração de riqueza, população e produção em poucas localidades, reforçando a necessidade de políticas voltadas para o desenvolvimento regional equilibrado.

Tabela 9 - Estatística descritiva da média, desvio padrão, e mediana das variáveis dependentes e independentes – 2013 a 2024

Estatística descritiva																								
Anos	PIB anual (em milhões de R\$)						PIB per capita anual (em mil de R\$)						Produção anual (ton. X 1000)						Área colhida (hectares x 1000)					
	\bar{x}	σ	\tilde{x}	Min.	Max.	Δ	\bar{x}	σ	\tilde{x}	Min.	Max.	Δ	\bar{x}	σ	\tilde{x}	Min.	Max.	Δ	\bar{x}	σ	\tilde{x}	Min.	Max.	Δ
2013	802	1.831	300	33	20.730	-	28,03	20,26	22,53	4,56	152,44	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2014	888	2.049	334	42	23.823	10,8	30,50	20,73	24,61	6,62	157,87	8,8	788	1.194	274	3	6.869	-	93,5	143,1	37,4	0,9	1.060,4	-
2015	944	2.128	355	37	24.201	6,2	31,92	20,67	26,51	6,24	158,14	4,7	821	1.232	270	11	7.251	4,2	95,7	143,8	37,5	1,5	1.078,1	2,4
2016	1.019	2.235	398	37	25.452	8,0	35,10	26,03	28,43	6,33	202,32	10,0	757	1.241	233	12	9.192	- 7,8	94,4	144,1	37,6	1,4	1.096,9	-1,4
2017	1.084	2.381	396	46	27.042	6,4	37,06	25,12	30,39	6,60	190,30	5,6	864	1.315	290	14	8.467	14,2	101,9	153,9	40,8	1,5	1.205,7	7,9
2018	1.186	2.556	450	49	29.177	9,4	40,20	27,67	31,87	6,88	206,66	8,5	882	1.344	288	13	8.690	2,0	102,4	151,8	40,8	1,5	1.093,5	0,6
2019	1.215	2.648	450	56	30.222	2,4	40,56	26,06	33,80	7,00	193,83	0,9	918	1.380	306	14	7.233	4,1	107,2	158,7	45,7	2,2	1.162,4	4,7
2020	1.464	2.845	576	89	30.139	20,5	52,26	38,29	41,99	7,90	270,79	28,8	933	1.375	333	33	7.461	1,6	109,0	159,7	47,0	7,3	1.139,5	1,6
2021	1.841	3.452	734	69	34.731	25,7	67,92	55,54	51,85	8,69	455,84	30,0	897	1.301	315	33	7.067	- 3,8	114,3	165,2	50,0	6,3	1.218,6	4,9
2022	2.083	3.778	846	61	36.688	13,2	80,56	70,91	59,53	8,12	583,97	18,6	917	1.291	366	42	6.760	2,1	121,2	172,0	53,8	6,7	1.217,3	6,0
2023	2.365	4.155	959	54	38.755	13,5	94,81	97,35	67,62	7,28	1.028,54	17,7	1.071	1.527	414	55	8.432	16,9	129,7	178,1	61,4	6,5	1.217,8	7,1
2024	2.718	4.632	1.106	50	41.162	14,9	112,26	139,24	75,39	6,39	1.683,52	18,4	1.135	1.602	458	52	9.431	5,9	136,6	183,1	66,4	6,5	1.238,4	5,3

Fonte de dados: Elaborado pelo autor da pesquisa, com dados do IBGE (2024).

- \bar{x} : Média dos valores registrados no ano entre os 239 municípios.
 σ : Desvio padrão dos valores registrados no ano entre os 239 municípios.
 \tilde{x} : Mediana dos valores registrados no ano entre os 239 municípios.
Min: Menor valor registrado no ano entre os 239 municípios.
Max: Maior valor registrado no ano entre os 239 municípios.
 Δ (%) é a diferença percentual em relação ao ano anterior.

Tabela 9 - Estatística descritiva da média, desvio padrão, e mediana das variáveis dependentes e independentes – 2013 a 2024 (continuação)

Estatística descritiva																														
	População anual (hab.x 1000)						IFDM Educação						IFDM Saúde						IFDM Emprego						Desmatamento (hec.X1000)					
Anos	\bar{x}	σ	\tilde{x}	Min	Max	Δ	\bar{x}	σ	\tilde{x}	Min	Max	Δ	\bar{x}	σ	\tilde{x}	Min	Max	Δ	\bar{x}	σ	\tilde{x}	Min	Max	Δ	\bar{x}	σ	\tilde{x}	Min	Max	Δ
2013	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2014	29,8	67,6	13,3	1,7	843,1	-	0,4	0,1	0,4	0,1	0,6	-	0,4	0,1	0,4	-	0,7	-	0,6	0,2	0,6	0,3	1,0	-	2,07	3,37	0,79	-	25,32	-
2015	30,2	68,6	13,5	1,8	853,6	1,40	0,4	0,1	0,4	0,1	0,7	3,61	0,4	0,1	0,4	0,1	0,7	2,57	0,6	0,2	0,6	0,3	1,0	-1,16	2,44	3,23	1,17	-	21,94	17,60
2016	30,6	69,6	13,6	1,8	863,9	1,33	0,4	0,1	0,4	0,1	0,7	0,22	0,4	0,1	0,5	0,1	0,7	0,52	0,6	0,2	0,6	0,2	0,9	-4,80	1,51	2,51	0,59	-	20,13	-37,99
2017	31,0	70,5	13,7	1,8	874,2	1,28	0,5	0,1	0,5	0,1	0,7	8,24	0,5	0,1	0,5	0,1	0,7	7,08	0,6	0,2	0,6	0,2	0,9	1,24	1,64	2,33	0,63	-	13,62	8,68
2018	31,5	71,7	13,8	1,9	885,7	1,60	0,5	0,1	0,5	0,1	0,7	0,91	0,5	0,1	0,5	0,1	0,7	2,44	0,6	0,2	0,6	0,2	1,0	1,92	1,36	1,85	0,62	-	9,52	-17,00
2019	31,9	72,7	13,8	1,9	895,9	1,34	0,5	0,1	0,5	0,1	0,7	6,22	0,5	0,1	0,5	0,1	0,7	1,27	0,6	0,2	0,6	0,2	1,0	0,69	1,34	2,25	0,54	-	21,28	-1,56
2020	32,4	73,7	13,9	1,9	906,1	1,30	0,5	0,1	0,5	0,1	0,8	2,93	0,5	0,1	0,5	0,1	0,7	5,45	0,6	0,2	0,6	0,2	1,0	-0,67	1,50	2,69	0,62	-	22,25	11,54
2021	32,8	74,6	14,0	1,9	916,0	1,26	0,5	0,1	0,5	0,2	0,7	0,82	0,5	0,1	0,5	0,1	0,8	2,97	0,7	0,2	0,7	0,2	1,0	8,02	1,63	2,88	0,76	-	24,46	8,47
2022	33,2	76,6	13,2	1,6	942,1	1,28	0,6	0,1	0,6	0,2	0,8	9,28	0,5	0,1	0,5	0,0	0,8	0,85	0,7	0,1	0,7	0,3	1,0	4,73	2,25	4,93	0,62	-	43,37	38,31
2023	33,7	77,9	13,4	1,5	955,3	1,53	0,6	0,1	0,6	0,3	0,8	10,63	0,6	0,1	0,6	0,1	0,8	7,51	0,7	0,1	0,7	0,3	1,0	1,59	2,30	5,35	0,53	-	41,73	2,23
2024	34,4	78,4	13,9	1,6	954,5	1,98	0,6	0,1	0,7	0,4	0,8	5,82	0,6	0,1	0,6	0,1	0,9	6,30	0,7	0,1	0,8	0,3	1,0	1,55	1,34	2,44	0,34	-	18,76	-41,90

Fonte de dados: Elaborado pelo autor da pesquisa, com dados do IBGE (2024), IFDM (2024) e PRODES (2024).

- \bar{x} : Média dos valores registrados no ano entre os 239 municípios.
- σ : Desvio padrão dos valores registrados no ano entre os 239 municípios.
- \tilde{x} : Mediana dos valores registrados no ano entre os 239 municípios.
- Min: Menor valor registrado no ano entre os 239 municípios.
- Max: Maior valor registrado no ano entre os 239 municípios.
- Δ (%) é a diferença percentual em relação ao ano anterior.

4.2 CORRELAÇÃO ENTRE AS VARIÁVEIS

Para verificar a existência de correlação entre as variáveis no período de 2014 a 2024, foi utilizada a análise de Pearson, que mede a relação linear entre as variáveis.

Nesse contexto, foram realizadas análises das correspondências estatisticamente significantes pelo coeficiente de Pearson da relação entre o PIB municipal e as variáveis preditoras, demonstradas pela Tabela 4.

Tabela 10 - Matriz de correlação do PIB municipal no período, considerando as variáveis preditoras dos municípios da amostra

Coef, Pearson	PIB Municipal	Área colhida	Produção	População	IFDM Educação	IFDM Saúde	IFDM Emprego	Desmatamento
PIB Municipal	1	---	---	---	---	---	---	---
Área colhida	0,4578	1	---	---	---	---	---	---
Produção	0,3280	0,6647	1	---	---	---	---	---
População	0,8802	0,1770	0,1360	1	---	---	---	---
IFDM Educação	0,2901	0,1621	0,3109	0,1766	1	---	---	---
IFDM Saúde	0,3148	0,1907	0,2389	0,2123	0,5621	1	---	---
IFDM Emprego	0,4318	0,4603	0,4991	0,2812	0,5097	0,4842	1	---
Desmatamento	0,0298	0,1460	-0,0797	-0,0089	-0,3142	-0,1729	-0,1578	1

Fonte de dados: Elaborado pelo autor da pesquisa (2025)

*Significância estatística da Correlação linear de Pearson.

As análises revelaram correlação positiva entre o PIB municipal e a área colhida ao longo da série histórica moderada, com coeficiente de Pearson de 0,4578. Em 2014, a relação foi fraca ($r = 0,2931$), evidenciando que, embora discreta, a expansão agrícola já contribuía para o PIB. Em 2024, o coeficiente aumentou para 0,6114, indicando uma correlação moderada, o que sugere intensificação do papel da área colhida no crescimento econômico municipal ao longo da década.

Na correlação entre o PIB municipal e produção, 2015 apresentou o menor coeficiente, a relação era positiva, mas muito fraca (Pearson = 0,2370). Em 2024, tornou-se moderada (Pearson = 0,4139), indicando que, ao longo da década, o crescimento do PIB municipal passou a estar mais fortemente ligado à expansão da produção agrícola. Contudo, entre 2014 e 2024, a correlação entre PIB municipal e

produção agrícola aumentou, apresentando um coeficiente de Pearson de 0,3280, mantendo a relação fraca.

Entre 2014 e 2024, a correlação entre PIB municipal e população se demonstrou muito forte e positiva, com um coeficiente de Pearson de 0,8802. Em 2014, a relação foi extremamente forte (Pearson = 0,9650), e em 2024, ligeiramente menor, mas ainda muito forte (Pearson = 0,8467). Ao longo da década, embora a intensidade da associação tenha diminuído, a população continuou a ser um fator altamente ligado ao crescimento do PIB municipal.

A correlação entre PIB municipal e indicadores de educação foi positiva, porém fraca ao longo de 2014 a 2024 (0,2901). O ponto mais alto ocorreu em 2021 (Pearson = 0,2798), e o mais baixo em 2024 (Pearson = 0,1952). A tendência de queda sugere que, embora o PIB influencie a educação, essa relação enfraqueceu ao longo da década.

A correlação entre PIB municipal e indicadores de saúde foi positiva, mas fraca entre 2014 e 2024 (0,3148). O ponto mais alto ocorreu em 2016 (Pearson = 0,3185), e o mais baixo em 2024 (Pearson = 0,1958). A tendência de queda ao longo da década indica que a associação entre saúde e crescimento econômico municipal enfraqueceu, embora ainda seja estatisticamente significativa.

A correlação entre PIB municipal e emprego foi positiva e moderada entre 2014 e 2024 (0,4318). O valor mais alto ocorreu em 2020 (Pearson = 0,4606) e o mais baixo em 2018 (Pearson = 0,4003). A relação se manteve relativamente estável ao longo da década, indicando que municípios com PIB mais elevado tendem a apresentar níveis de emprego moderadamente maiores.

Entre 2014 e 2024, não houve correlação estatisticamente significativa entre PIB municipal e desmatamento. A maior correlação ocorreu em 2023, porém muito fraca e não significativa (Pearson = 0,0818), e a menor quase nula em 2019 (Pearson = -0,0072). Isso indica que não há evidências de que o crescimento econômico municipal tenha influenciado diretamente o desmatamento no Cerrado.

O segundo modelo de regressão tem o PIB per capita como a variável dependente, sendo análises das correspondências estatisticamente significantes pelo coeficiente de Pearson e p-valor da relação entre o PIB per capita e as variáveis preditoras, demonstradas pela Tabela 4.

Tabela 11 - Matriz de correlação do PIB per capita no período, considerando as variáveis preditoras dos municípios da amostra

Coef, Pearson	PIB Per capita	Área colhida	Produção	IFDM Educação	IFDM Saúde	IFDM Emprego	Desmatamento
PIB Per capita	1	---	---	---	---	---	---
Área colhida	0,3521	1	---	---	---	---	---
Produção	0,2232	0,6647	1	---	---	---	---
IFDM Educação	0,2507	0,1621	0,3109	1	---	---	---
IFDM Saúde	0,2783	0,1907	0,2389	0,5621	1	---	---
IFDM Emprego	0,3245	0,4603	0,4991	0,5097	0,4842	1	---
Desmatamento	0,0437	0,1460	-0,0797	-0,3142	-0,1729	-0,1578	1

Fonte de dados: Elaborado pelo autor da pesquisa (2025)

*Significância estatística da Correlação linear de Pearson.

Entre 2014 e 2024, a correlação entre PIB per capita e área colhida foi positiva, mas perdeu intensidade ao longo da década, apresentando um coeficiente de Pearson de 0,3521. Em 2014, atingiu seu ponto mais forte, moderado (Pearson = 0,5393; $p < 0,0001$), enquanto em 2024 caiu para um nível fraco (Pearson = 0,2920; $p < 0,0001$). Isso indica que, embora a associação tenha permanecido significativa, a influência da área colhida sobre o PIB per capita diminuiu com o tempo.

A correlação entre PIB per capita e produção apresentou queda entre os anos de 2015 a 2024, chegando a um coeficiente de Pearson de 0,2232. Em 2015, foi moderada (Pearson = 0,4363; $p < 0,0001$), enquanto em 2024 tornou-se muito fraca

(Pearson = 0,1278; $p = 0,0494$). Apesar de ainda significativa, a associação perdeu força ao longo da década, indicando que a produção passou a ter menor influência sobre o PIB per capita.

Entre 2016 e 2024, a correlação entre PIB per capita e indicadores de educação enfraqueceu significativamente, resultando em um baixo coeficiente de Pearson durante a série histórica (2014 - 2024) de 0,2507. Em 2016, foi fraca, mas positiva (Pearson = 0,3705; $p < 0,0001$), enquanto em 2024 passou a ser negativa e estatisticamente insignificante (Pearson = -0,0555; $p = 0,3940$). Nos anos mais recentes, não houve evidências de associação consistente entre educação e PIB per capita.

Entre 2016 e 2024, a correlação entre PIB per capita e indicadores de saúde perdeu força de forma significativa, resultando em um baixo coeficiente de Pearson durante a série histórica (2014 - 2024) de 0,2783. Em 2016, foi fraca, mas positiva (Pearson = 0,3617; $p < 0,0001$). Já em 2024, tornou-se muito fraca e estatisticamente insignificante (Pearson = 0,0975; $p = 0,1341$). Isso mostra que, no período entre 2016 e 2024, não há evidências estatísticas de associação entre saúde e PIB per capita.

Entre 2016 e 2024, a correlação entre PIB per capita e emprego enfraqueceu de forma acentuada, resultando em um baixo coeficiente de Pearson durante a série histórica (2014-2024) de 0,3245. Em 2016, a relação foi moderada e positiva (Pearson = 0,6055; $p < 0,0001$), enquanto em 2024 tornou-se muito fraca, embora ainda significativa (Pearson = 0,1717; $p = 0,0083$). Essa queda mostra que a associação entre emprego e PIB per capita perdeu força ao longo da década.

Entre 2014 e 2024, não foi observada correlação estatisticamente significativa entre PIB per capita e desmatamento nos municípios do Cerrado. Apenas em 2020 a

relação foi muito fraca, mas estatisticamente significativa (Pearson = 0,1742; p = 0,0074). Em 2024, a correlação foi praticamente nula (Pearson = -0,0005; p = 0,9944). No geral, não há evidências de que o desmatamento esteja associado ao crescimento do PIB per capita no período analisado.

4.3 ANÁLISE DE REGRESSÃO

Para analisar o impacto do agronegócio sobre o desenvolvimento econômico dos municípios brasileiros que estão na região centro oeste e MATOPIBA, que tem o cerrado como o bioma predominante, foram utilizados dois modelos de regressão.

Abaixo, na Tabela 5, é apresentado os resultados da regressão 1 e 2, com as variáveis dependentes PIB municipal e PIB per capita, bem como as variáveis preditoras.

Tabela 12 - Regressão em painel com 239 municípios no período de 2014 a 2024

	PIB Municipal		PIB Per capita	
	Coef.	P-valor	Coef.	P-valor
ACOL	-0,0878	0,006	-0,1074	0,001
PROD	0,1051	0,000	0,1499	0,000
POP	1,375	0,000	---	---
EFDM_ED	0,1619	0,001	0,1890	0,000
EFDM_SA	-0,0389	0,335	-0,0534	0,212
EFDM_EMP	-0,2562	0,000	-0,2875	0,000
DESMAT	0,0524	0,001	0,0468	0,006
_cons	0,0987	0,005	0,114	0,002
r ² (overall)	0,8651		0,0169	
N observações	2.629		2.629	
N grupos	239		239	
F	50,70		16,40	

Fonte: Programa STATA versão 16.0.
Elaborado pelo autor da pesquisa, com dados do IBGE (2024).

A regressão 1 em painel foi estimada considerando 239 municípios ao longo de um período de 11 anos (2014-2024), e teve o PIB municipal padronizado como

variável dependente e, como variáveis preditoras a área colhida, a produção agrícola, a população, o IFDM educação, IFDM saúde, IFDM emprego e o incremento no desmatamento.

A hipótese central do modelo da regressão 1 é que o PIB municipal é significativamente influenciado por essas variáveis preditoras. A análise estatística confirma essa relação, conforme demonstrado pelos coeficientes estimados:

As variáveis que tiveram relação estatisticamente significativa e diretamente proporcional com o PIB municipal foram: (i) produção (p-valor = 0,000*); (ii) população (p-valor = 0,000*); (iii) IFDM educação (p-valor = 0,0001*); e (iv) incremento no desmatamento (p-valor = 0,001*).

A produção apresentou um coeficiente de 0,1051, com intervalo de confiança de 95%, entre 0,0703 e 0,1399, demonstrando uma relação positiva e estatisticamente significativa. Do ponto de vista econômico, o resultado sugere que o avanço da produção é mais significativo do que simplesmente pelo aumento da área colhida, contribuindo com o crescimento do PIB municipal. O aumento da produção sem que haja relação direta com o aumento da área colhida pode ser justificado pelos avanços tecnológicos, principalmente pelo uso de sementes geneticamente modificadas, que garante maior produtividade sem a necessidade de expansão territorial.

A população teve um coeficiente de 1,375, com intervalo de confiança de 95%, entre 1,2054 e 1,5439, o qual apresenta uma relação positiva e altamente significativa. O resultado sugere que o crescimento populacional está ligado diretamente com o desenvolvimento econômico, indicando que os municípios mais desenvolvidos, considerados economicamente ativos, tendem a crescer o número de habitantes.

O IFDM educação obteve um coeficiente de 0,1619, com intervalo de confiança de 95%, entre 0,0693 e 0,2545, revelando uma relação positiva e estatisticamente significativa. O avanço econômico melhora os indicadores de educação, indicando que o investimento no desenvolvimento do capital humano se configura como uma importante alavanca do crescimento econômico.

O incremento no desmatamento apresentou um coeficiente de 0,0524, com intervalo de confiança de 95%, entre 0,0207 e 0,0842, sendo uma relação positiva e estatisticamente significativa. O resultado demonstra que o avanço no desmatamento está associado ao crescimento do PIB municipal.

As variáveis que tiveram relação estatisticamente significante e inversamente proporcional com o PIB municipal foram: (i) área colhida (p -valor = 0,006*); e (ii) IFDM emprego (p -valor = 0,000*).

A área colhida obteve um coeficiente de -0,0878, com intervalo de confiança de 95%, entre -0,1499 e -0,0257, demonstrando uma relação negativa e estatisticamente significativa. Nesse cenário, o resultado sugere que o aumento da área colhida está fracamente associado com a redução do PIB municipal. Esse cenário pode ser justificado em virtude do avanço tecnológico, principalmente com as sementes geneticamente modificadas, aumentando a produção sem que haja necessariamente um aumento na área plantada/colhida.

O IFDM emprego apresentou um coeficiente de -0,2562, com intervalo de confiança de 95%, entre -0,3843 e -0,1282, sendo uma relação negativa e estatisticamente significativa. O resultado demonstra que o avanço nos indicadores de emprego está associado, de maneira inusitada, com a redução do PIB municipal.

A qualidade do ajuste da regressão é avaliada pelos coeficientes de determinação (R^2), que indicam a proporção da variância do PIB municipal explicada pelo modelo em diferentes níveis:

R^2 Within (0,1455): Indica que 14,5% da variação do PIB municipal dentro de cada município ao longo do tempo é explicada pelas variáveis preditoras. Isso sugere que mudanças locais na produção, área colhida, nos indicadores sociais (IFDM) e ambiental (incremento do desmatamento), população impactam diretamente o PIB municipal.

R^2 Between (0,8826): Indica que 88,2% da variação média do PIB municipal entre os diferentes municípios é explicada pelo modelo. Isso sugere que as diferenças estruturais entre os municípios são fortemente capturadas pelas variáveis preditoras.

R^2 Overall (0,8651): Indica que 86,5% da variação total do PIB municipal (considerando tanto variações dentro dos municípios quanto entre eles) é explicada pelo modelo, demonstrando um alto poder explicativo global.

Para significância global do modelo, o teste de F foi utilizado para avaliar a significância conjunta das variáveis preditoras: Estatística F = 50,7 com p-valor < 0,0001. Esses valores indicam que a hipótese nula (todos os coeficientes das variáveis preditoras são simultaneamente iguais a zero) é rejeitada com alta confiança estatística.

O p-valor < 0.0001 reforça a robustez do modelo, indicando que é extremamente improvável que o ajuste observado tenha ocorrido por acaso.

O modelo de regressão 1 em painel estimado é estatisticamente significativo, explicando uma parcela substancial da variância do PIB municipal, confirmando a

validade do modelo e aceitando a hipótese alternativa de que o PIB municipal é influenciado pela variáveis preditoras.

No cenário proposto, o modelo de regressão 2 em painel foi estimada considerando 239 municípios ao longo de um período de 11 anos (2014-2024), e teve o PIB per capita padronizado como variável dependente.

A hipótese central do modelo da regressão 2 é que o PIB per capita é significativamente influenciado pelas variáveis preditoras: a área colhida, a produção agrícola, IFDM educação, IFDM saúde, IFDM emprego e o incremento no desmatamento. A análise estatística confirma essa relação, conforme demonstrado pelos coeficientes estimados.

As variáveis que tiveram relação estatisticamente significativa e diretamente proporcional com o PIB per capita foram: produção (p-valor = 0,001*), IFDM educação (p-valor = 0,000*) e o incremento no desmatamento (p-valor = 0,000*).

A produção obteve um coeficiente de 0,1499, com intervalo de confiança de 95%, entre 0,1134 e 0,1864, apresentando uma relação positiva e estatisticamente significativa. Indicando que o aumento da produção agrícola gera aumento no PIB por habitantes. Do ponto de vista econômico, o resultado sugere que há ganhos e produtividade, beneficiando a economia do centro oeste e do MATOPIBA, gerando e distribuindo riqueza.

O IFDM educação obteve um coeficiente de 0,1890, com intervalo de confiança de 95%, entre 0,0911 e 0,2869, revelando uma relação positiva e estatisticamente significativa. O avanço nos indicadores de educação contribui para o crescimento do PIB per capita, sugerindo que investimento no desenvolvimento do capital humano se

configura como uma ferramenta importante alavanca do crescimento econômico e na distribuição de renda.

O incremento no desmatamento apresentou um coeficiente de 0,0468, com intervalo de confiança de 95%, entre 0,0132 e 0,0804, sendo uma relação positiva e estatisticamente significativa. O resultado demonstra que o incremento no desmatamento está relacionado com o aumento do PIB per capita.

As variáveis de área colhida (p -valor = 0,001*) e o IFDM emprego (p -valor = 0,000*) apresentaram relação estatisticamente significativa e inversamente proporcional com o PIB per capita.

A área colhida obteve um coeficiente de -0,1074, com intervalo de confiança de 95%, entre -0,1724 e -0,0423, demonstrando uma relação negativa e estatisticamente significativa. O resultado sugere que o aumento da área colhida está fracamente associado com a redução do PIB per capita.

O IFDM emprego apresentou um coeficiente de -0,2875, com intervalo de confiança de 95%, entre -0,4218 e -0,1532, sendo uma relação negativa e estatisticamente significativa. O resultado demonstra que o avanço nos indicadores de emprego está associado, de maneira inusitada, com a redução do PIB per capita.

A qualidade do ajuste da regressão é avaliada pelos coeficientes de determinação (R^2), que indicam a proporção da variância do PIB per capita explicada pelo modelo em diferentes níveis:

R^2 Within (0,0390): Indica que 3,9% da variação do PIB per capita dentro de cada município ao longo do tempo é explicada pelas variáveis preditoras. Isso sugere que mudanças locais na produção, área colhida, nos indicadores sociais (IFDM) e ambiental (incremento do desmatamento), impactam diretamente o PIB per capita.

R^2 Between (0,0210): Indica que 2,1% da variação média do PIB per capita entre os diferentes municípios é explicada pelo modelo. Isso sugere que as diferenças estruturais entre os municípios são fortemente capturadas pelas variáveis preditoras.

R^2 Overall (0,0169): Indica que 1,69% da variação total do PIB per capita (considerando tanto variações dentro dos municípios quanto entre eles) é explicada pelo modelo, demonstrando um alto poder explicativo global.

Para significância global do modelo, o teste de F foi utilizado para avaliar a significância conjunta das variáveis preditoras: Estatística $F = 16,4$ com p-valor 0,0000, esses valores indicam que a hipótese nula (todos os coeficientes das variáveis preditoras são simultaneamente iguais a zero) é rejeitada com alta confiança estatística. O p-valor 0.0000 reforça a robustez do modelo, indicando que é extremamente improvável que o ajuste observado tenha ocorrido por acaso.

O modelo de regressão em painel estimado é estatisticamente significativo, explicando uma parcela substancial da variância do PIB per capita, confirmando a validade do modelo e aceitando a hipótese alternativa de que o PIB municipal é influenciado pela variáveis preditoras.

5. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Em análise aos resultados obtidos durante o desenvolvimento da pesquisa, foi possível observar que a produção agrícola impacta no desenvolvimento econômico dos municípios do cerrado brasileiro, considerando sua influência no PIB municipal e PIB per capita, no crescimento populacional e nos indicadores sociais e ambiental no período de 2014 a 2024. Os resultados confirmam que as áreas que ainda têm espaço para a produção agrícola acabam se tornando um campo aberto de oportunidades, contribuindo para o desenvolvimento econômico (Silva, 2024).

O cerrado produz aproximadamente 41% de toda produção nacional, é o segundo maior bioma brasileiro, ocupando 23,2% da área total do Brasil, presente em 1.062 cidades e 11 estados, das quais 631 cidades estão no centro oeste e no MATOPIBA. Em 2024, de toda produção do cerrado, 88% estão concentradas nos 631 municípios presentes no centro oeste e no MATOPIBA. Isso se dá em virtude do cerrado ocupar parcela significativa do território brasileiro, aliado a necessidade do Brasil ser um produtor agrícola em escala global, garantindo a segurança alimentar (Rada, 2013).

Os resultados obtidos corroboram com o pensamento de Moraes et. al. (2022), quando mencionou que o centro oeste e o MATOPIBA desempenham um papel fundamental no desenvolvimento do agronegócio brasileiro, fazendo com que novas cidades surgissem e outras se desenvolvessem, se tornando sólidas e viáveis economicamente. Essa informação fica evidente quando ao verificar que cidades do cerrado brasileiro, com menos de 50 anos de emancipação, como: Sorriso, Sapezal, Campo Novo dos Parecis, Nova Mutum, Primavera do Leste e Paranatinga, localizadas no estado do Mato Grosso, estão no grupo das 15 cidades mais ricas do agronegócio brasileiro. Nesse sentido, se faz importante, mencionar também cidades

que estão na região do MATOPIBA, como São Desidério, Luiz Eduardo Magalhães e Barreiras, no estado da Bahia, e Lagoa da Confusão no Tocantins, mantém produções relevantes no agronegócio brasileiro.

De 2014 a 2024, foi possível observar que as 10 cidades mencionadas anteriormente tiveram uma média de crescimento do PIB municipal de 352% e PIB per capita de 218%, além do aumento populacional de 43%. A expansão da área colhida no período foi de 36%, resultando em um crescimento médio na produção (ton.) de 68%, que contribuiu com o crescimento médio do Valor Bruto da Produção em 368%. Além do avanço médio nos indicadores sociais 22%. Tudo isso com uma redução média no desmatamento de -21%.

Abaixo é apresentada tabela 6 com a evolução percentual daquelas cidades no período de 2014 a 2024.

Tabela 13 - Evolução percentual (2014 – 2024) das variáveis das cidades mais jovens

Municípios	UF	PIB Munic.	PIB per capita	População	Área colhida	Produção (R\$)	Produção (Ton.)	IFDM Geral	Desmatamento
Sorriso	MT	363%	198%	55%	17%	363%	66%	20%	-86%
Sapezal	MT	704%	457%	44%	13%	395%	34%	7%	-42%
São Desidério	BA	300%	269%	8%	36%	290%	72%	15%	-9%
Campo Novo do Parecis	MT	519%	286%	61%	14%	436%	44%	20%	127%
Nova Mutum	MT	268%	130%	60%	29%	388%	84%	14%	-97%
Primavera do Leste	MT	254%	115%	65%	38%	286%	89%	27%	-96%
Barreiras	BA	189%	158%	12%	16%	327%	41%	36%	81%
Paranatinga	MT	433%	291%	36%	151%	634%	189%	6%	-43%
Luís Eduardo Magalhães	BA	235%	120%	53%	15%	282%	48%	19%	-40%
Lagoa da Confusão	TO	249%	153%	38%	28%	281%	9%	54%	-4%

Fonte de dados: Elaborado pelo autor da pesquisa (2025).

Quando se observa a variação dos 239 municípios que compõem a amostra, foi possível observar um crescimento médio no PIB municipal de 300% e PIB per capita de 279%, além do aumento populacional de 9%. A expansão média da área colhida no período foi de 156%, resultando em um crescimento médio na produção

(ton.) de 200%, que contribuiu com o crescimento médio do Valor Bruto da Produção - VBP em 744%. Além do avanço médio nos indicadores sociais 38%. Tudo isso com uma redução média no desmatamento de -17%.

O protagonismo desempenhado pelo cerrado no fortalecimento do agronegócio brasileiro foi possível em decorrência dos investimentos em tecnologia, fazendo com que o solo ácido do cerrado se tornasse solo produtivo (Rada, 2013).

Após a análise dos resultados e o teste de hipóteses, foi possível concluir por não rejeitar as hipóteses H2 e H5, indicando que o PIB municipal (0,1051; $p < 0,05$) e o PIB per capita (0,1499; $p < 0,05$) estão positivamente associados com a produção agrícola. De forma semelhante, as hipóteses H3 e H6 não foram rejeitadas, evidenciando associação positiva entre o PIB municipal (1,375; $p < 0,05$) e o PIB per capita com a população. Esses resultados reforçam a influência do aumento na produção e do crescimento populacional sobre o desempenho econômico dos municípios do cerrado brasileiro.

Não obstante, após a análise dos resultados, foi possível rejeitar as hipóteses H1 e H4, PIB municipal (-0,0878; $p < 0,05$) e PIB per capita (-0,1074; $p < 0,05$) apresentam coeficientes negativos e estatisticamente significativos com a área colhida, indicando que o aumento da área colhida não corresponde necessariamente acréscimo de riqueza municipal. A rejeição das seguintes hipóteses sugere que a expansão extensiva da fronteira agrícola, de forma isolada, não é suficiente para justificar o crescimento do PIB municipal e PIB per capita. Assim, os resultados podem indicar ganhos na eficiência produtiva ou no avanço tecnológico, seja em decorrência das sementes geneticamente modificadas, aumento no uso de máquinas com maior grau de automação e eficiência operacional. Tal fato pode ser explicado em virtude de

o avanço médio na expansão da área colhida ter sido de 156%, enquanto a produção em toneladas aumentou 200% e o VBP cresceu 744%.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa teve como objetivo analisar o impacto da produção agrícola no desenvolvimento econômico dos municípios do cerrado brasileiro, considerando sua influência no PIB municipal e no PIB per capita, no crescimento populacional, nos indicadores sociais e no incremento do desmatamento no período de 2014 a 2024, utilizando como modelo estatístico a regressão com dados em painel.

A contribuição da pesquisa está relacionada com o investimento no setor agrícola que transformou recursos naturais mau aproveitados em recursos produtivos, assim como aconteceu com o solo ácido do cerrado. Investimentos que contribuíram para o aumento da produção, ampliação populacional, tendo como resultado a geração e distribuição de renda, fortalecendo o consumo na região de cerrado.

A pesquisa se justifica pelo fato de que, em 2024, 23,5% do PIB do Brasil foi gerado pelo agronegócio, podendo chegar a 29,4% em 2025. O centro oeste e o MATOPIBA, amplamente cobertos pelo cerrado, foram responsáveis por produziram 42% da produção da lavoura do país no ano de 2023. Ao analisar o desenvolvimento econômico dos municípios do cerrado, relacionando indicadores de produtividade, considerando os efeitos populacionais, a pesquisa contribui para a literatura na compreensão da relação entre o agronegócio e desenvolvimento regional, além da sustentabilidade do desenvolvimento agrícola naquele local. Ao relacionar a variação populacional com a produtividade e PIB, pode-se identificar desigualdades no impacto do agronegócio nos municípios, contribuindo para a promoção de políticas públicas voltadas para capacitação e desenvolvimento regional.

Embora o agronegócio seja amplamente estudado por sua relevância na economia, ainda há pouca literatura explorando o impacto econômico nas cidades que mais produzem no cerrado, que estão localizadas no centro oeste e MATOPIBA.

A presente pesquisa teve limitações em virtude de haver pouca literatura econômica sobre o desenvolvimento do cerrado, além da ausência de dados atualizados de forma tempestiva, sendo necessária a atualização de dados pela evolução média linear dos últimos anos.

Dessa forma, pode-se concluir que, fundamentalmente na amostra de pesquisa que os resultados obtidos suportaram a hipótese de pesquisa contribuindo para afirmar que as hipóteses de que o PIB é impactado pela produção agrícola e crescimento populacional não foram rejeitadas, contudo, rejeitando a hipótese em que o PIB é influenciado pelo aumento da área colhida. Embora não seja possível estabelecer uma correlação direta, os resultados indicam a existência de reflexos positivos no desenvolvimento dos municípios do cerrado, localizados nas regiões do centro oeste e MATOPIBA. Para pesquisas futuras, sugere-se aprofundar em estudos direcionados à análise de causalidade.

REFERÊNCIAS

- Alves, E. R. de A., Contini, E., & Gasques, J. G. (2008). Evolução da produção e produtividade da agricultura brasileira. In A. C. S. Albuquerque, & A. G. da, Silva (Eds.), *Agricultura tropical: Quatro décadas de inovações tecnológicas, institucionais e políticas* (Vol. 1, pp. 67-98). Embrapa. <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1061204/evolucao-da-producao-e-produtividade-da-agricultura-brasileira>
- Berchin, I. I., Nunes. N.A., Amorim. W. S., Zimmer. G. A. A., Silva. F. R., Fornasari. V. H., Sima. M., & Guerra. J. B. S.O. A. (2019). The contributions of public policies for strengthening family farming and increasing food security: The case of Brazil. *Land Use Policy*, 82, 573-584. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2018.12.043>
- Brasil. Presidência da República. Casa Civil. (2012). *Lei 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. Casa Civil. Diário Oficial da União, Seção 1, de 28/05/2012, 1. https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm
- Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada. (2024). *PIB do agronegócio brasileiro*. CEPEA. <https://cepea.esalq.usp.br/upload/kceditor/files/PIB-DO-AGRONEGOCIO-MANTEM-QUEDA-NO-SEGUNDO-TRIMESTRE.pdf>
- Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada. (2025). *PIB do agronegócio brasileiro*. CEPEA. <https://www.cepea.org.br/br/pib-do-agronegocio-brasileiro.aspx>
- Chen, Y., Tang, J. (2024). The impact of economic growth targets on the level of green development-A perspective on officials' promotion incentives and environmental regulations. *Journal of Environmental Management*, 368, Article 122056. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2024.122056>
- Conceição, O. A.C. (2013). A economia brasileira e as mudanças estruturais pós anos 1980: novo paradigma, novas instituições ou novo desenvolvimentismo? *Revista Economia & Tecnologia (RET)*, 9(1), 117-136. <http://dx.doi.org/10.5380/ret.v9i1.30844>
- Cruz, J. E., Medina, G. S., & Oliveira, J. R. D., Jr. (2022). Brazil's Agribusiness Economic Miracle: Exploring Food Supply Chain Transformations for Promoting Win-Win Investments. *Logistics*, 6(1), Artigo 23. <https://doi.org/10.3390/logistics6010023>
- Elfaki, K. E & Ahmed, E. M. (2024). Globalization and financial development contributions toward economic growth in Sudan. *Research in Globalization*, 9, Article 100246. <https://doi.org/10.1016/j.resglo.2023.100149>

- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. (2021). *Brasil é o quarto maior produtor de grãos e o maior exportador de carne bovina do mundo, diz estudo*. Embrapa. <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/62619259/brazil-is-the-worlds-fourth-largest-grain-producer-and-top-beef-exporter-study-shows#:~:text=esclarece%20Adalberto%20Arag%C3%A3o.-,Brasil%20lidera%20produ%C3%A7%C3%A3o%20e%20exporta%C3%A7%C3%A3o%20de%20soja,do%20com%C3%A9rcio%20mundial%20de%20soja>
- Fosah, M. G., Mamãe, N., Dinga, G. D., & Nchofoung, T. N. (2023). The effect of globalisation on Sub-Saharan Africa's development thrives. *Research in Globalization*, 7, Article 100149. <https://doi.org/10.1016/j.resglo.2023.100149>
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2004). *IBGE lança o Mapa de Biomas do Brasil e o Mapa de Vegetação do Brasil, em comemoração ao Dia Mundial da Biodiversidade*. Agência IBGE notícias. <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/12789-asi-ibge-lanca-o-mapa-de-biomas-do-brasil-e-o-mapa-de-vegetacao-do-brasil-em-comemoracao-ao-dia-mundial-da-biodiversidade>
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2004). *Território*. Brasil em síntese - IBGE. <https://brasilemsintese.ibge.gov.br/territorio.html>
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2021). *MATOPIBA*. IBGE. <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/estrutura-territorial/34329-matopiba.html>
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2022). *Área territorial*. IBGE. <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/estrutura-territorial/15761-areas-dos-municipios.html?t=acesso-ao-produto&c=1>
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2023). *População rural e urbana*. IBGEeduca. <https://educa.ibge.gov.br/jovens/conheca-o-brasil/populacao/18313-populacao-rural-e-urbana.html>
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2024). *Bioma predominante por município: Biomas*. IBGE. <https://www.ibge.gov.br/geociencias/informacoes-ambientais/vegetacao/15842-biomas.html?=&t=downloads>
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (s.d.). *Produção agrícola municipal*. SIDRAIBGE. <https://sidra.ibge.gov.br/Tabela/5457>
- Klink, C. A., & Machado, R. B. (2005). A conservação do cerrado brasileiro. *Departamento de Ecologia. Instituto de Biologia. Universidade de Brasília (UnB)*, 19 (3). Publicado em: https://professor.pucgoias.edu.br/sitedocente/admin/arquivosUpload/17973/material/Cerrado_conservacao.pdf.
- Krautkraemer, J. A. (2005). Economics of natural resource scarcity: The state of the debate. *Resources for the Future*, 05-14. <https://doi.org/10.22004/ag.econ.10562>.

- Lopes, R. G., Lima, M. G. B., Reis, T. N. P. dos. (2021). *Maldevelopment revisited: Inclusiveness and social impacts of soy expansion over Brazil's Cerrado in Matopiba*. *World Development*, 139, 105316. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2020.105316>
- Medina, G. S., & Pokorny, B. (2022). Agro-industrial development: Lessons from Brazil. *Land Use Policy*, 120, 106266. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2022.106266>.
- Metzger, J. P., Mercedes M. C. B., Ferreira, J., Fernandes G. W., Librán-Embid, F., Pillar, D. V., Prist, P. R., Rodrigues, R. R., Vieira, I. C. G., & Overbeck, G. E. Por que o Brasil precisa de suas Reservas Legais. *Perspectives in Ecology and Conservation*, 17(3), 104-116. <https://doi.org/10.1016/j.pecon.2019.09.001>
- Ministério da Agricultura e Pecuária. (1997). *Institui o Registro Nacional de Cultivares - RNC, e procedimentos de inscrição*. Mapa. <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/sementes-e-mudas/registro-nacional-de-cultivares/legislacao-1#:~:text=O%20Minist%C3%A9rio%20da%20Agricultura%2C%20Pecu%C3%A1ria,Registro%20Nacional%20de%20Cultivares%20%E2%80%93%20RNC>
- Ministério da Agricultura e Pecuária. (2023). *Valor Bruto da Produção Agropecuária (VBP)*. Mapa. <https://sidra.ibge.gov.br/Tabela/5457>
- Monteiro, M. A., Coelho, M. C. N., Cota, R. G., & Barbosa, E. J. S. (2010). Ouro, empresas e garimpeiros na Amazônia: o caso emblemático de Serra Pelada. *Revista Pós Ciências Sociais*, 7(13), 131-158. <https://core.ac.uk/download/pdf/233145459.pdf>
- Mores, G. V., Dewes, H., Talamini, E., Vieira-Filho, J. E. R., Casagrande, Y. G., Malafaia, G. C, ... & Zhang, D. (2022). A Longitudinal Study of Brazilian Food Production Dynamics. *Agriculture*, 12(11), Artigo 1811. <https://doi.org/10.3390/agriculture12111811>
- Nehring, R. (2022). The Brazilian green revolution. *Political Geography*, 95, Article 102574. <https://doi.org/10.1016/j.polgeo.2021.102574>
- Pereira, P. A. A., Martha, G. B., Santana, C. A., & Alves, E. (2012). The development of Brazilian agriculture: Future technological challenges and opportunities. *Agriculture & Food Security*, 1, 1-12. <https://doi.org/10.1186/2048-7010-1-4>
- Rada, N. (2013). Assessing Brazil's Cerrado agricultural miracle. *Food Policy*, 38, 146-155. <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2012.11.002>
- Silva, A. F. (2024). *Sustentabilidade financeira e desenvolvimento no setor público municipal e criação do fundo intergeracional dos royalties de recursos não renováveis*. [Tese de doutorado, Fucape Business School]. Repositório de Produção Científica da Fucape. file:///Users/pedropaulo/Downloads/Tese-Adao-Ferreira-da-Silva%20(1).pdf

- Silva, E. J. S, Mann, R. S., & Calazans, C. C. (2021). Royalties para cultivares, legislação e regulação: Uma meta – análise. *Research, Society and Development*, 10, 1-15. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i4.1423>
- Solow, R., M. (1956). A contribution to the theory of economic Growth. *The quarterly journal of economics*, 70(1), 65-94. <https://doi.org/10.2307/1884513>
- Teixeira, R. A., Fernandes, A. R., Ferreira, J. R., Vasconcelos, S. S., & Braz, A, M, S. (2018). Contamination and Soil Biological Properties in the Serra Pelada Mine - Amazonia, Brazil. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 42, e0160354. <https://doi.org/10.1590/18069657rbcs20160354>
- Veiga, M. M., & Hinton, J. J. (2002). Abandoned artisanal gold mines in the Brazilian Amazon: A legacy of mercury pollution. *Natural Resources Forum*, 26(1), 15-26. <https://doi.org/10.1111/1477-8947.00003>.
- Ventura, J. (2005). Chapter 22 - A global view of economic growth. In P. Aghion, & S. N. Durlauf (Eds.), *Handbook of economic growth* (Vol. 1B, pp.419-1497. [https://doi.org/10.1016/S1574-0684\(05\)01022-1](https://doi.org/10.1016/S1574-0684(05)01022-1)
- Yap, L. Y. (1976). Rural-urban migration and urban underemployment in Brazil. *Journal of Development Economics*, 3(3), 227-243. [https://doi.org/10.1016/0304-3878\(76\)90050-X](https://doi.org/10.1016/0304-3878(76)90050-X)
- Zilli, M., Scarabello, M., Soterroni, A. C., Valin, H., Mosnier, A., Leclère, D., Havlík, P., Kraxner, F., Lopes, M. A., & Ramos, F. M. (2020). The impact of climate change on Brazil's agriculture. *Science of the total environment*, 740, Article 139384. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.139384>