

**PRODUÇÃO DE SOJA E TRANSFORMAÇÕES SOCIOESPACIAIS NAS
MESORREGIÕES SUL E OESTE DO MARANHÃO: Fundamentos teóricos e
contextualização.**

**SOYBEAN PRODUCTION AND SOCIOSPATIAL TRANSFORMATIONS IN THE
SOUTHERN AND WESTERN MESOREGIONS OF MARANHÃO: Theoretical
foundations and contextualization.**

Fabício Silva de Sousa

Lindalva Silva Correia

Lucy Rosana Silva

Alan Vasconcelos Santos

Ana Cecília Vasconcelos Loayza

RESUMO

Este artigo analisa o impacto econômico da soja, denominado peso econômico da soja, sobre a configuração socioespacial dos municípios das mesorregiões Sul e Oeste do Maranhão. Foram utilizados os indicadores grau de urbanização, PIB per capita e Índice FIRJAN de Desenvolvimento Municipal (IFDM), nos componentes emprego e renda e educação. A análise empregou regressões individualizadas por município, em razão de limitações na disponibilidade de dados. Os resultados indicam influência significativa da soja sobre os indicadores, sobretudo na mesorregião Oeste, porém com efeitos limitados sobre emprego e renda, evidenciando reduzidas mudanças estruturais na economia maranhense.

Palavras-chave: soja; peso econômico; desenvolvimento socioespacial; Maranhão; fruticultura irrigada.

ABSTRACT

This article analyzes the economic impact of soybean production, referred to as the economic weight of soybeans, on the sociospatial configuration of municipalities in the Southern and Western mesoregions of Maranhão, Brazil. The study uses the urbanization rate, GDP per capita, and the FIRJAN Municipal Development Index (IFDM), specifically its employment and income and education components. Due to data availability constraints, individual

regressions were estimated for each municipality. The results indicate a significant influence of soybean production on the selected indicators, particularly in the Western mesoregion, but limited effects on employment and income, revealing that soybean expansion has not yet produced substantial structural changes in Maranhão's economy.

Keywords: soybean production; economic importance of soybean production; sociospatial development; Maranhão; MATOPIBA.

1. INTRODUÇÃO

A produção de soja ocupa posição estratégica na economia brasileira e na dinâmica da agricultura moderna. Desde a década de 1970, a expansão da cultura para além da Região Sul consolidou a soja como a principal commodity agrícola do país, impulsionada por avanços tecnológicos, políticas públicas e expansão das fronteiras agrícolas, especialmente em áreas do Cerrado (Gazzoni, 2013). Além de sua relevância para as exportações, a cadeia produtiva da soja articula diferentes segmentos do Sistema Agroindustrial (SAI), envolvendo a produção de insumos, logística, processamento industrial e mercados internacionais (Medina; Ribeiro, 2016).

O crescimento da agricultura empresarial tem sido associado a transformações econômicas e territoriais nas regiões produtoras. Estudos apontam que a incorporação de tecnologias, mecanização e novos modelos de organização produtiva pode alterar indicadores socioeconômicos, ampliar a renda regional e modificar a dinâmica urbana dos municípios inseridos nessas cadeias produtivas (Carmo, 2023; Medina, 2021; Coletto et al., 2022). Entretanto, os efeitos desse processo não ocorrem de forma homogênea, variando conforme as características produtivas e institucionais dos territórios.

A literatura sobre desenvolvimento regional oferece exemplos importantes dessa relação entre agricultura moderna e reorganização territorial. No Polo Petrolina (PE) e Juazeiro (BA), a implantação da fruticultura irrigada promoveu mudanças significativas na estrutura econômica, no mercado de trabalho e na organização espacial das cidades, tornando-se referência para estudos sobre agricultura moderna e desenvolvimento regional (Lacerda; Lacerda, 2004; Ramos, 2013).

É nesse contexto que se insere o presente estudo. A pesquisa investiga se a expansão da produção de soja nas mesorregiões Sul e Oeste do Maranhão produziu transformações socioeconômicas semelhantes às observadas em outras experiências de agricultura moderna. Busca-se responder à seguinte questão: a expansão da produção de soja no Maranhão está associada a variações nos indicadores socioeconômicos dos municípios produtores?

O objetivo do artigo é analisar a relação entre o peso econômico da produção de soja e os indicadores PIB per capita, Índice FIRJAN de Desenvolvimento Municipal (IFDM) - componentes Emprego e Renda e Educação e Grau de Urbanização, nos municípios das mesorregiões Sul e Oeste do Maranhão, entre 2010 e 2021.

Para isso, utiliza-se uma abordagem quantitativa baseada em regressões lineares e modelos com dados em painel, buscando identificar a existência de associação entre a importância econômica da soja e o comportamento dos indicadores selecionados.

A hipótese central é que a expansão da soja influencia a dinâmica socioeconômica dos municípios produtores, embora seus efeitos possam ocorrer de maneira diferenciada entre crescimento econômico, urbanização, emprego e renda.

2. AGRICULTURA MODERNA E TRANSFORMAÇÕES TERRITORIAIS

A agricultura moderna caracteriza-se pela incorporação intensiva de tecnologia, mecanização, biotecnologia e insumos industriais ao processo produtivo, integrando a produção agrícola à lógica do capital industrial e financeiro (Wanderley, 2003). Nesse modelo, a agricultura deixa de ser uma atividade isolada e passa a compor um sistema produtivo articulado por diferentes agentes econômicos.

Silva (1998) argumenta que a modernização da agricultura brasileira corresponde ao processo de industrialização do campo. A substituição da economia natural por uma agricultura integrada à indústria promoveu a formação dos Complexos Agroindustriais (CAIs), intensificando a divisão do trabalho, a especialização produtiva e a dependência da agricultura em relação aos insumos industriais e aos mercados.

Nesse processo, a agricultura transforma-se em um ramo de aplicação do capital industrial, subordinando sua dinâmica produtiva às exigências de produtividade, competitividade e inovação tecnológica (Silva, 1998). A terra passa a ser tratada como suporte físico da produção, enquanto fertilizantes, sementes geneticamente melhoradas, máquinas e tecnologias tornam-se elementos centrais da competitividade agrícola.

Além disso, a expansão do agronegócio produz efeitos multiplicadores sobre comércio, serviços, infraestrutura e arrecadação municipal, estimulando atividades complementares e

ampliando a capacidade de investimento dos governos locais. Entretanto, municípios fortemente dependentes de commodities tornam-se mais vulneráveis às oscilações dos mercados internacionais (Costa; Santana, 2018).

As transformações provocadas pela agricultura moderna ultrapassam o espaço produtivo e alcançam a organização territorial. Wanderley (2000) argumenta que as sociedades rurais deixaram de funcionar como sistemas relativamente autônomos e passaram a integrar a economia capitalista por meio da intensificação da produção, da ampliação dos mercados e da crescente interação entre campo e cidade.

A modernização agrícola fortaleceu a integração do meio rural aos mercados nacionais e internacionais, modificando formas de produção, relações sociais e modos de vida. A adoção de sistemas intensivos de produção elevou a produtividade, mas também intensificou a dependência tecnológica da agricultura em relação aos insumos industriais e às cadeias de comercialização.

Esse processo contribuiu para a reconfiguração das relações entre campo e cidade. O êxodo rural, a concentração da produção e a expansão das atividades urbanas tornaram os territórios rurais cada vez mais articulados aos centros urbanos, substituindo a antiga oposição entre campo e cidade por relações de complementaridade (Wanderley, 2009).

Acselrad (2001) acrescenta que a expansão da agricultura moderna produz uma territorialização seletiva, orientada pelos interesses do mercado e frequentemente dissociada das dinâmicas sociais locais. Nesse contexto, a reorganização produtiva redefine o uso da terra, altera hierarquias territoriais e pode excluir comunidades tradicionais dos processos de decisão sobre os recursos naturais.

Assim, a agricultura moderna deve ser compreendida como um processo simultaneamente econômico, tecnológico e territorial, cujos efeitos incluem crescimento produtivo, reorganização espacial, novas formas de integração aos mercados e aprofundamento de desigualdades em determinados contextos.

2.1 A fruticultura irrigada como referência de transformação socioespacial

A experiência da fruticultura irrigada no Submédio do Vale do São Francisco constitui uma importante referência para compreender os impactos territoriais da agricultura moderna no Nordeste brasileiro. Segundo Ramos (2013), a implantação dos perímetros irrigados consolidou um meio técnico-científico-informacional, no qual ciência, tecnologia e infraestrutura passaram a organizar a produção agrícola e o uso do território.

Lacerda e Lacerda (2004) demonstram que os investimentos públicos em infraestrutura hídrica e energética permitiram transformar Petrolina (PE) e Juazeiro (BA) em um dos principais polos exportadores de frutas frescas do país, especialmente manga e uva. A agricultura irrigada tornou-se o eixo da economia regional, gerando impactos sobre renda, emprego e expansão das atividades urbanas.

O modelo produtivo baseou-se na incorporação intensiva de tecnologia, mecanização, sementes melhoradas, irrigação e integração aos mercados internacionais. Essa reorganização produtiva estimulou o crescimento dos setores de transporte, armazenagem, processamento e comércio, fortalecendo cadeias agroindustriais e ampliando a inserção internacional da região (Lacerda; Lacerda, 2004).

Ramos (2013) destaca que a modernização agrícola modificou profundamente a organização espacial da região, redefinindo a divisão territorial do trabalho e criando novas redes de cooperação entre produtores, empresas exportadoras e instituições. A infraestrutura construída pelo Estado foi fundamental para viabilizar a entrada de empresas privadas e consolidar o polo agroexportador.

A experiência do Polo Petrolina-Juazeiro demonstra que uma agricultura altamente integrada às cadeias agroindustriais pode produzir profundas transformações econômicas, urbanas e territoriais. Por essa razão, constitui um parâmetro analítico relevante para investigar se a expansão da soja nas mesorregiões Sul e Oeste do Maranhão produziu efeitos semelhantes sobre os municípios produtores.

3 PRODUÇÃO DE SOJA NO MARANHÃO: EXPANSÃO DA FRONTEIRA AGRÍCOLA NAS MESORREGIÕES SUL E OESTE

A expansão da cultura da soja no Brasil está diretamente associada ao crescimento da área cultivada, aos avanços tecnológicos e ao desenvolvimento de cultivares adaptadas às diferentes condições edafoclimáticas do país. Esse processo permitiu a interiorização da produção agrícola e a consolidação de novas fronteiras agrícolas, especialmente no Cerrado brasileiro, onde se insere a região do MATOPIBA, composta por áreas do Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia.

3.1 A expansão da soja na mesorregião Sul do Maranhão

A expansão da soja no Maranhão integra o processo de ocupação agrícola do Cerrado nordestino e resulta da combinação entre políticas públicas, investimentos privados e inovação

tecnológica. Cunha e Espíndola (2019) identificam seis fatores centrais para esse processo: baixo custo da terra, incentivos fiscais do Programa de Cooperação Nipo-Brasileira para o Desenvolvimento dos Cerrados (PRODECER), condições favoráveis de relevo e clima, chegada de produtores oriundos da Região Sul, instalação de empresas agroindustriais e desenvolvimento de tecnologias adaptadas ao Cerrado.

Na mesorregião Sul do Maranhão, a ocupação produtiva intensificou-se na década de 1970 com a chegada de migrantes da Serra Gaúcha ao município de Balsas. Esses produtores introduziram novos sistemas produtivos, inicialmente em pequenas propriedades familiares, e posteriormente ampliaram a escala da produção mediante acesso ao crédito rural e incorporação de tecnologias agrícolas. As chapadas do Cerrado, antes pouco utilizadas, tornaram-se áreas estratégicas para a expansão da soja.

A experiência dos produtores pioneiros evidencia as dificuldades iniciais de adaptação da cultura às condições do Cerrado maranhense, especialmente em relação às sementes oriundas do Rio Grande do Sul. A consolidação da atividade ocorreu apenas com o desenvolvimento de variedades adaptadas às condições locais e com investimentos em infraestrutura e mecanização.

A partir da década de 1990, a região passou a receber grandes empresas nacionais e multinacionais, como SLC Agrícola, Bunge, Cargill, Louis Dreyfus e Multigrain. Essas empresas introduziram agricultura de precisão, mecanização intensiva, fertilizantes, corretivos de solo e estratégias empresariais voltadas para a competitividade internacional, ampliando significativamente a produção e a produtividade da soja na região.

A consolidação da cadeia produtiva também promoveu a integração logística da produção maranhense aos mercados internacionais. O escoamento ocorre por um sistema multimodal que conecta os municípios produtores à Ferrovia Norte-Sul, à Estrada de Ferro Carajás e ao Porto do Itaqui, em São Luís, principal corredor de exportação da soja maranhense para o mercado asiático.

Essa dinâmica impulsionou o surgimento de atividades complementares, incluindo empresas exportadoras, transportadoras, corretoras, consultorias, serviços de engenharia e contabilidade, ampliando os efeitos econômicos da cadeia produtiva sobre o comércio e os serviços regionais. Cunha e Espíndola (2019) destacam ainda que o crescimento econômico de Balsas favoreceu a formação de um importante polo empresarial regional, incluindo empresas financiadas por capital local.

Outro aspecto relevante refere-se à estrutura produtiva das empresas agrícolas. Segundo Cunha e Espíndola (2019), coexistem dois perfis de produtores na região: empresas mais

recentes, altamente mecanizadas e verticalizadas, com departamentos especializados e maior utilização de trabalhadores temporários; e empresas pioneiras, com menor nível de mecanização, maior terceirização de serviços e maior participação de trabalhadores permanentes. Essa diferença demonstra distintos níveis de organização e incorporação tecnológica dentro da própria cadeia da soja.

A expansão da soja também repercutiu sobre indicadores econômicos municipais. Feitosa et al. (2023) apontam que Tasso Fragoso apresentou o maior PIB per capita do Maranhão em 2019, impulsionado principalmente pela produção da oleaginosa. Paralelamente, observou-se substituição progressiva de culturas tradicionais, como arroz, feijão, mandioca e milho, pela produção de soja em larga escala.

A inserção do Maranhão no MATOPIBA fortaleceu sua posição estratégica nas exportações brasileiras de grãos. Além das condições naturais favoráveis, o estado dispõe de infraestrutura ferroviária e portuária que reduz custos logísticos e amplia a competitividade internacional da produção, especialmente em direção aos mercados asiáticos e europeus.

Os resultados econômicos dessa expansão refletem-se no crescimento do Produto Interno Bruto estadual e municipal. Entre 2002 e 2015, o PIB do Maranhão cresceu mais de 300%, enquanto o município de Balsas registrou crescimento expressivo de sua atividade econômica, consolidando-se como principal centro da cadeia produtiva da soja no estado.

Historicamente marcada pela agricultura de subsistência, a mesorregião Sul passou por uma transição para um modelo de agricultura capitalizada, sustentado por crédito rural, mecanização, sementes melhoradas e agricultura de precisão. Esse processo elevou a produtividade, ampliou a arrecadação e inseriu a região em cadeias globais de produção e exportação.

3.2 A produção de soja na mesorregião Oeste do Maranhão

Embora a mesorregião Sul concentre a expansão histórica da soja no Maranhão, a pesquisa incorporou três municípios da mesorregião Oeste - Açailândia, Buriticupu e Itinga do Maranhão - em razão de sua crescente participação na produção estadual de soja durante o período analisado. Essa inclusão permite compreender o processo de interiorização da agricultura moderna para áreas de transição entre Cerrado e Amazônia.

Açailândia destaca-se por apresentar uma das maiores economias do estado, combinando atividades industriais, logísticas e agropecuárias. Localizado em posição estratégica na região de Imperatriz, o município possui infraestrutura de transporte integrada à

Ferrovia Carajás e importante participação da agropecuária na economia local, apresentando elevado PIB per capita em comparação à média estadual.

Buriticupu apresenta uma economia fortemente vinculada à agropecuária, à silvicultura, à exploração vegetal e ao cultivo de grãos, incluindo soja, milho, arroz e feijão. O município experimentou crescimento econômico significativo entre 2006 e 2021, refletindo a expansão das atividades agropecuárias na região Oeste do Maranhão.

Itinga do Maranhão, por sua vez, possui expressiva participação da agropecuária na composição do valor adicionado municipal. Situado em área de clima tropical úmido com estação seca bem definida, apresenta condições favoráveis ao cultivo de grãos e registrou crescimento econômico consistente ao longo do período analisado, impulsionado pela expansão da atividade agrícola.

A inclusão desses municípios amplia a análise territorial da pesquisa ao incorporar diferentes estágios de consolidação da agricultura moderna no Maranhão. Enquanto a mesorregião Sul representa a área tradicional da fronteira da soja, a mesorregião Oeste evidencia o avanço recente da produção sobre novos territórios, permitindo verificar se a expansão da oleaginosa está associada a mudanças socioeconômicas e urbanas em contextos territoriais distintos.

4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Este estudo adota uma abordagem quali-quantitativa para analisar a relação entre a expansão da produção de soja e indicadores socioeconômicos dos principais municípios produtores das mesorregiões Sul e Oeste do Maranhão. A estratégia metodológica combina revisão de literatura sobre agricultura moderna e desenvolvimento regional com análise econométrica de dados em painel e regressões linear simples aplicadas aos municípios selecionados.

A revisão bibliográfica foi estruturada em três eixos: (i) agricultura moderna e sua integração ao capital industrial; (ii) transformações territoriais decorrentes da modernização agrícola; e (iii) a experiência da fruticultura irrigada em Petrolina (PE) e Juazeiro (BA) como referência comparativa para interpretar os efeitos territoriais da sojicultura no Maranhão. A escolha desse caso comparativo fundamenta-se na similaridade entre as duas atividades enquanto sistemas agrícolas modernos voltados à exportação.

4.1 Área de estudo e recorte temporal

A pesquisa contempla os dez maiores municípios produtores de soja do Maranhão, distribuídos entre as mesorregiões Sul e Oeste, identificados com base na Produção Agropecuária do Estado do Maranhão referente ao ano de 2021. O período analisado compreende 2010 a 2021, escolhido em função da disponibilidade das bases de dados relativas à produção agrícola, Produto Interno Bruto (PIB) municipal e Índice FIRJAN de Desenvolvimento Municipal (IFDM).

A série histórica foi padronizada para o período de 2010 a 2021, embora exista uma diferença importante entre as duas mesorregiões. Enquanto a produção de soja na mesorregião Sul já se encontrava consolidada antes de 2010, os municípios da mesorregião Oeste passaram a apresentar produção significativa apenas a partir de 2013. Essa diferença poderia introduzir distorções nas estimações agregadas, razão pela qual a pesquisa foi desenvolvida em duas etapas metodológicas.

Na primeira etapa, estimou-se um modelo com dados em painel considerando todos os municípios no período de 2010 a 2021. Na segunda etapa, foram realizadas regressões linear simples individualizadas para cada município, respeitando o início efetivo da produção de soja: 2010-2021 para os municípios da mesorregião Sul e 2013-2021 para os municípios da mesorregião Oeste. Essa estratégia permitiu reduzir o viés decorrente da ausência de produção nos primeiros anos da série em alguns municípios.

4.2 Variáveis e fontes de dados

Os dados utilizados são secundários, provenientes de bases oficiais do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), da Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro (FIRJAN) e do Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA). As variáveis foram selecionadas para representar dimensões econômicas, sociais e territoriais do desenvolvimento municipal.

A variável independente da pesquisa é o Peso da Soja (PESO_SOJA), definido como a participação percentual da soja no Valor Bruto da Produção Agropecuária (VBPA) municipal. Essa medida representa a importância econômica da soja na estrutura produtiva de cada município e foi construída a partir dos dados da Produção Agrícola Municipal do IBGE, utilizando metodologia baseada na participação relativa da cultura no valor da produção agropecuária. As variáveis dependentes utilizadas na modelagem foram:

Variáveis		Descrição das Variáveis	Fonte dos Dados
IFDM	IFDM_ER	Indicador que avalia o desenvolvimento municipal com base na geração de emprego formal, renda	FIRJAN: <i>Índice Firjam de Desenvolvimento Municipal</i> -

		média do trabalho e desigualdade de renda.	IFDM. Disponível em; https://www.firjan.com.br/ifdm
	IFDM_EDU	Indicador que avalia o desenvolvimento municipal com base no desempenho da educação básica.	FIRJAN: <i>Índice Firjam de Desenvolvimento Municipal - IFDM</i> . Disponível em; https://www.firjan.com.br/ifdm
Grau de urbanização	GRAU_URB.	Percentual da população residente em áreas urbanas em relação à população total do município. Indica a intensidade do processo de urbanização local.	IBGE. Censo Demográfico 2010. Tabela 1378 - População residente, por situação do domicílio (urbano/rural)
PIB Per Capita	PIB_PERCAPITA	Valor do Produto Interno Bruto Municipal dividido pela população residente no mesmo ano. Mede o tamanho médio da economia por habitante.	IBGE. Produto Interno Bruto dos Municípios. Disponível em: https://tabnet.datasus.gov.br/cgi/ibge/pibmundesscr.htm
Peso da soja (%)	PESO_SOJA	Participação percentual da soja no Valor Bruto da Produção Agropecuária (VBPA) do município. Mede o peso econômico da soja na estrutura produtiva local.	Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Valor Bruto da Produção Agropecuária - Metodologia. Brasília: MAPA/SPA, 2020.

Fonte: elaborado pelo autor com os dados secundários, 2025.

O Grau de Urbanização foi calculado com base na razão entre população urbana e população total, multiplicada por 100. Como os censos demográficos estavam disponíveis apenas para 2010 e 2022, os valores intermediários (2011-2021) foram estimados por interpolação linear, assumindo variação constante entre os dois pontos censitários. Quando inexistiam informações municipais específicas, utilizou-se como referência o grau médio de urbanização do Maranhão, correspondente a 63% no Censo Demográfico de 2010.

Os indicadores IFDM Emprego e Renda e IFDM Educação foram obtidos na base da FIRJAN. Embora o estudo considere a série a partir de 2010, esses indicadores apresentam maior regularidade somente a partir de 2013, o que exige cautela na interpretação dos primeiros anos da série histórica.

4.3 Padronização dos dados e modelo econométrico

Antes das estimações, todas as variáveis foram padronizadas pelo método escore-z (z-score), conforme Wooldridge (2010) e Pindyck (2004). A padronização foi necessária porque as variáveis apresentam diferentes unidades de medida, permitindo comparabilidade entre coeficientes e reduzindo problemas relacionados às escalas dos dados.

A análise econométrica utilizou um modelo de dados em painel, combinando observações dos municípios ao longo do tempo. Essa estrutura permite explorar simultaneamente a variação temporal e a heterogeneidade entre os municípios, tornando a estimação mais eficiente para estudos de desenvolvimento regional.

O modelo geral estimado relaciona o peso econômico da soja às seguintes variáveis dependentes:

$$Y_{it} = \beta_0 + \beta_1 \text{PesoSoja}_{it} + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

Onde:

Y_{it} Representa, alternativamente, o PIB per capita, Grau de Urbanização, IFDM Emprego e Renda, IFDM Educação.

β_1 coeficiente peso_soja

PesoSoja_{it} Representa a variável independente ao longo do tempo.

ε_{it} termo de erro

A variável Peso da Soja foi calculada pela participação percentual do valor da produção de soja no valor total da produção agropecuária municipal, funcionando como uma proxy da especialização produtiva local e da dependência econômica da soja na estrutura produtiva dos municípios. A fórmula aplicada foi:

$$\text{Peso_soja} = \frac{\text{VAB_soja}}{\text{VAB_total}} \times 100 \quad (2)$$

Para este trabalho foi determinado o Grau de Urbanização de cada município do Estado do Maranhão. Para isso, utilizou-se a razão entre a população residente em áreas urbanas e a população total do município, multiplicada por 100 para obtenção percentual. A fórmula aplicada foi:

$$\text{Grau_urbanização\%} = \frac{\text{população urbana}}{\text{população total}} \times 100 \quad (3)$$

Onde:

População Urbana refere-se ao total de habitantes residentes em áreas urbanas do município (segundo definição do IBGE, 2011) e População Total como a soma da população urbana somada a população rural do município. O resultado é dado em percentual (%), indicando a proporção da população que vive em áreas urbanas.

Neste estudo, o grau de urbanização foi calculado a partir dos dados do IBGE, Censo Demográfico 2010 e 2022 dos municípios e, posteriormente foram estimados os demais anos intermediários (2011 a 2021) por meio da interpolação linear, considerando uma variação constante entre os pontos censitários. Utilizando a seguinte fórmula:

$$GU_T = GU_{2010} + \left(\frac{GU_{2022} - GU_{2010}}{2022 - 2010} \right) \cdot (t - 2010) \quad (4)$$

Onde o t é o ano de projeção.

Neste caso, utilizou-se como referência o percentual de 63%, como grau médio de urbanização do Estado conforme dados do Censo Demográfico 2010 divulgados pelo (IBGE, 2011). Nos casos em que não se encontravam dados municipais disponíveis, essa média foi utilizada como proxy.

Para a variável IFDM Emprego e Renda e IFDM Educação, estes índices foram coletados da Federação das Industriais do Estado do Rio de Janeiro (FIRJAN, 2025). A série encontra-se amplamente disponível a partir do ano 2013.

A variável PIB per capita municipal foi obtido por meio da série do IBGE, referente às contas regionais e PIB dos municípios com o ano de referência 2010, ajustado a preços constante pelo IPCA.

4.4 Estimação dos modelos

As estimações foram realizadas no software GRETSL, adotando nível de significância estatística de 5%. Foram estimados dois modelos clássicos para dados em painel: Efeitos Fixos (Fixed Effects – FE) e Efeitos Aleatórios (Random Effects – RE).

O modelo de Efeitos Fixos controla características não observáveis específicas de cada município que permanecem constantes ao longo do tempo, como aspectos históricos, institucionais, geográficos e culturais. Dessa forma, o modelo identifica como as mudanças no peso da soja, dentro de cada município, se relacionam com alterações nos indicadores socioeconômicos ao longo da série histórica.

O modelo de Efeitos Aleatórios considera que essas características não observáveis são aleatórias e não correlacionadas com a variável explicativa. Quando essa hipótese é válida, o modelo utiliza tanto a variação temporal quanto a variação entre municípios, produzindo estimativas mais eficientes.

A escolha entre os dois modelos foi realizada por meio do Teste de Hausman, procedimento recomendado por Wooldridge (2010). Quando o teste rejeita a hipótese de ausência de correlação entre efeitos individuais e variáveis explicativas, o modelo de Efeitos Fixos é preferido; caso contrário, utiliza-se o modelo de Efeitos Aleatórios. Esse procedimento garante maior consistência às estimativas econométricas.

Além disso, foram incorporadas dummies de tempo para controlar efeitos específicos de cada ano, como mudanças macroeconômicas, políticas públicas, inflação e outros choques que afetaram simultaneamente todos os municípios da amostra. O ano de 2010 foi utilizado como categoria de referência, permitindo interpretar os efeitos dos anos subsequentes em relação ao início da série histórica.

4.5 Segunda etapa: regressões por município

Considerando a diferença temporal na expansão da soja entre as duas mesorregiões, realizou-se uma segunda etapa metodológica baseada em regressões linear simples individualizadas para cada município. As estimações foram realizadas em planilhas do Excel utilizando apenas os anos em que a produção de soja estava efetivamente presente em cada município.

Essa estratégia permitiu verificar o comportamento da variável Peso da Soja sobre os indicadores socioeconômicos em cada unidade territorial, reduzindo distorções provocadas por anos sem produção relevante e possibilitando comparar os resultados do painel agregado com evidências específicas de cada município. Os resultados das duas etapas são apresentados por meio de tabelas com coeficientes estimados, níveis de significância, coeficientes de determinação (R^2) e demais estatísticas de ajuste dos modelos.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da pesquisa foram apresentados em duas etapas. A primeira utiliza modelos de dados em painel, agregando os municípios das mesorregiões Sul e Oeste do Maranhão, enquanto a segunda emprega regressões lineares simples individualizadas para cada município, permitindo identificar diferenças territoriais na relação entre o peso econômico da soja e os indicadores socioeconômicos analisados.

5.1 Resultados dos modelos em painel

Inicialmente, foram estimados modelos de efeitos fixos (FE) e efeitos aleatórios (RE), utilizando o teste de Hausman para selecionar o estimador mais consistente e o teste de Breusch-Pagan para verificar a adequação da estrutura em painel. Os resultados indicaram preferência pelo modelo de efeitos aleatórios para a maior parte das variáveis dependentes, enquanto o PIB per capita apresentou evidência apenas marginal de correlação entre os efeitos

individuais e a variável explicativa. Os testes de Breusch-Pagan apresentaram valores-p próximos de zero para todos os modelos, confirmando a presença de heterogeneidade entre os municípios e justificando o uso de dados em painel com erros robustos HAC.

PIB per capita

O modelo estimado para o PIB per capita apresentou coeficiente positivo para a variável Peso da Soja, indicando que o aumento da participação da soja na economia municipal está associado a um crescimento do PIB per capita. Entretanto, o coeficiente não foi estatisticamente significativo ao nível de 5% ($p = 0,3363$), não permitindo afirmar a existência de uma relação robusta entre as variáveis.

Por outro lado, as variáveis dummy de tempo mostraram-se significativas ao longo da série histórica, indicando crescimento do PIB per capita entre 2010 e 2021 independentemente da especialização produtiva na soja. Esse resultado sugere que fatores macroeconômicos, institucionais e conjunturais exerceram maior influência sobre a evolução da renda municipal do que o peso da soja isoladamente.

IFDM Emprego e Renda

Os resultados do modelo para o IFDM Emprego e Renda também revelaram coeficiente positivo para o Peso da Soja, porém sem significância estatística. O modelo apresentou baixo poder explicativo ($R^2 \approx 3\%$), indicando que a especialização econômica na soja explica apenas pequena parcela das variações observadas nesse indicador.

Embora algumas dummies temporais tenham apresentado significância estatística, os resultados indicam que os avanços observados no emprego formal e na renda municipal decorreram principalmente de fatores temporais e estruturais, e não diretamente da expansão da produção de soja.

IFDM Educação

O modelo estimado para o IFDM Educação apresentou um comportamento distinto. Apesar de a variável Peso da Soja não apresentar significância estatística ($p = 0,7661$), o modelo demonstrou bom ajuste ($R^2 \approx 43\%$), indicando que a evolução do índice educacional foi fortemente influenciada por fatores associados ao tempo.

Esses resultados sugerem que melhorias na educação municipal ocorreram de forma relativamente generalizada durante o período analisado, possivelmente relacionadas à ampliação de políticas públicas educacionais, investimentos institucionais e expansão da oferta de serviços, e não diretamente à importância econômica da soja.

Grau de Urbanização

Para o Grau de Urbanização, o modelo de efeitos aleatórios também não identificou relação estatisticamente significativa entre urbanização e Peso da Soja. O baixo R^2 ($\approx 3,1\%$) indica reduzida capacidade explicativa da variável independente, enquanto as dummies temporais revelam crescimento contínuo da urbanização ao longo do período analisado.

Esse resultado demonstra que a urbanização dos municípios estudados está associada a processos mais amplos de expansão urbana, infraestrutura e políticas públicas, não podendo ser explicada exclusivamente pela especialização produtiva na soja.

Síntese dos resultados em painel

A análise agregada dos municípios evidencia um padrão consistente: o peso econômico da soja apresenta coeficientes predominantemente positivos, porém sem significância estatística para PIB per capita, IFDM Emprego e Renda, IFDM Educação e Grau de Urbanização. Assim, quando os municípios são analisados conjuntamente, a expansão da soja não explica de forma robusta as diferenças observadas nos indicadores socioeconômicos.

Esse resultado motivou a segunda etapa da pesquisa, baseada em regressões individualizadas por município, permitindo verificar se a influência da soja ocorre de maneira diferenciada em cada território.

5.2 Resultados das regressões por município

As regressões linear simples foram estimadas separadamente para os municípios das mesorregiões Sul e Oeste, considerando o período efetivo de produção de soja em cada localidade. Essa estratégia permitiu identificar padrões que não aparecem na análise agregada.

Mesorregião Sul: resultados heterogêneos

Os resultados da mesorregião Sul demonstram que os impactos da soja variam significativamente entre os municípios.

MUNICÍPIO	SÍNTESE DOS RESULTADOS
Tasso Fragoso	Relações fracas ou inexistentes entre Peso da Soja e os indicadores. Apenas o IFDM Educação apresentou associação moderada, porém sem significância estatística ao nível de 5%.
Balsas	Município símbolo da produção de soja no Maranhão, mas nenhuma regressão apresentou significância estatística. Os R^2 permaneceram baixos para emprego, renda, educação, PIB per capita e urbanização.
Alto Parnaíba	Apresentou os resultados mais robustos da pesquisa. Todos os indicadores exibiram coeficientes positivos, elevados R^2 (entre 59% e 69%) e valores-p inferiores a 0,01, indicando forte associação entre Peso da Soja, emprego, renda, educação, PIB per capita e urbanização.
Riachão	Não apresentou relações estatisticamente significativas. Os R^2 variaram entre 4% e 8%, indicando baixa capacidade explicativa da soja sobre os indicadores analisados.
Sambaíba	Os indicadores apresentaram correlação fraca ou inexistente. Apenas o PIB per capita apresentou R^2 mais elevado (32,9%), porém com coeficiente negativo e significância limítrofe, não permitindo concluir pela existência de efeito da soja.
Loreto	Resultados positivos para educação e urbanização, porém sem significância estatística. O maior R^2 foi observado para Grau de Urbanização (28,4%), insuficiente para confirmar associação robusta.
São Domingos do Azeitão	Apresentou correlações positivas em todos os indicadores. O Grau de Urbanização foi estatisticamente significativo ao nível de 5%, enquanto PIB per capita e IFDM Emprego e Renda apresentaram significância ao nível de 10%, indicando influência moderada da soja.

Fonte: elaborado com os dados secundários da pesquisa, 2025.

Os resultados evidenciam que a influência da soja não é homogênea mesmo entre municípios pertencentes à mesma mesorregião. Enquanto Alto Parnaíba apresentou forte associação entre especialização produtiva e desenvolvimento socioeconômico, municípios como Balsas, Riachão e Sambaíba não demonstraram relações estatisticamente significativas.

Mesorregião Oeste: influência mais evidente da soja

Na mesorregião Oeste, composta por Açailândia, Buriticupu e Itinga do Maranhão, as regressões foram estimadas considerando o período de 2013 a 2021, quando a produção de soja passou a apresentar maior relevância econômica.

De maneira geral, os resultados indicaram comportamento diferente daquele observado na análise agregada. Os municípios da mesorregião Oeste apresentaram associações mais consistentes entre o Peso da Soja e alguns indicadores socioeconômicos, especialmente PIB per capita e Grau de Urbanização, refletindo uma etapa mais recente de expansão da fronteira agrícola e de reorganização econômica desses territórios. Variações econômicas municipais, embora os resultados também revelem diferenças importantes entre os municípios quanto à intensidade e significância estatística dos efeitos.

5.3 Discussão dos Resultados

Os resultados permitem identificar dois padrões principais. O primeiro refere-se à análise agregada em painel. Quando os municípios são considerados conjuntamente, o peso econômico da soja não apresenta relação estatisticamente significativa com PIB per capita, emprego e renda, educação e urbanização. Isso indica que o crescimento da produção de soja, por si só, não explica as diferenças socioeconômicas observadas entre os municípios produtores do Maranhão.

O segundo padrão emerge das regressões individualizadas. A influência da soja depende das características específicas de cada município. Alto Parnaíba apresentou resultados consistentes para todos os indicadores, enquanto São Domingos do Azeitão evidenciou influência sobre a urbanização e efeitos moderados sobre renda. Em contrapartida, municípios tradicionalmente associados à produção de soja, como Balsas, não apresentaram relações estatisticamente significativas entre o peso da soja e os indicadores analisados.

Esses resultados reforçam a hipótese de que a soja exerce influência econômica diferenciada entre os territórios, mas também evidenciam os limites desse modelo de desenvolvimento. A elevada mecanização da cultura reduz sua capacidade de geração de empregos diretos, enquanto a ausência de indústrias de processamento e de maior agregação de valor limita seus efeitos multiplicadores sobre a economia local.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo analisou o impacto econômico da produção de soja, representado pelo peso econômico da soja, sobre a configuração socioespacial dos principais municípios produtores das mesorregiões Sul e Oeste do Maranhão, no período de 2010 a 2021. Para isso, foram utilizados modelos de regressão com dados em painel e regressões linear simples individualizadas, tendo como variáveis dependentes o PIB per capita, o IFDM Emprego e Renda, o IFDM Educação e o Grau de Urbanização.

Os resultados da análise em painel indicaram que, para o conjunto dos municípios, o peso da soja não apresentou relação estatisticamente significativa com os indicadores socioeconômicos analisados. Embora os coeficientes estimados tenham sido, em sua maioria, positivos, os resultados sugerem que a especialização produtiva na soja, de forma agregada, não explica as diferenças observadas nos níveis de renda, emprego, educação e urbanização entre os municípios estudados.

Entretanto, a análise individualizada revelou importantes diferenças territoriais. Municípios como Alto Parnaíba apresentaram forte associação positiva entre o peso da soja e todos os indicadores analisados, enquanto Açailândia e Buriticupu também registraram relações estatisticamente significativas entre a produção de soja e os indicadores socioeconômicos. Em contraste, municípios tradicionalmente vinculados à sojicultura, como Balsas, Riachão, Sambaíba, Loreto e Tasso Fragoso, apresentaram relações fracas ou não significativas, evidenciando que os efeitos da expansão da soja não se manifestam de forma homogênea no território maranhense.

Esses resultados corroboram a perspectiva de Wanderley (2009), segundo a qual as transformações no meio rural não devem ser compreendidas apenas pelo aumento da produção agrícola, mas também pelos seus efeitos sobre a organização social e territorial. No caso do Maranhão, a soja possui elevado peso econômico na estrutura produtiva de alguns municípios, porém seus impactos sobre o desenvolvimento socioeconômico permanecem limitados na maior parte da amostra analisada.

Dessa forma, a hipótese da pesquisa foi apenas parcialmente confirmada. Os modelos agregados não identificaram evidências estatísticas de que a expansão da soja tenha promovido mudanças socioespaciais significativas nos municípios analisados. Contudo, a análise municipal mostrou que, em contextos específicos, especialmente na mesorregião Oeste, a produção de soja apresenta associação positiva com emprego e renda, educação, PIB per capita e urbanização, indicando que seus efeitos dependem das características econômicas e territoriais de cada município.

Por fim, os resultados devem ser interpretados com cautela. O recorte temporal da pesquisa, a disponibilidade das séries históricas e a ausência de outras variáveis explicativas limitam a capacidade de generalização dos modelos econométricos. Assim, este estudo constitui um ponto de partida para investigações futuras sobre os impactos da expansão da soja no desenvolvimento regional do Maranhão, recomendando a ampliação da série temporal e a incorporação de variáveis institucionais, produtivas e territoriais que permitam compreender de forma mais abrangente a dinâmica socioespacial da sojicultura no estado.

REFERENCIAS

- ACSELRAD, H. Discurso e território: as controvérsias em torno de grandes projetos de desenvolvimento. *In*: ACSELRAD, H. (org.). **Discursos da sustentabilidade**. Rio de Janeiro: Ed. UFRJ, 2001. p. 115-134.
- GAZZONI, D. L. **A sustentabilidade da soja no contexto do agronegócio brasileiro e mundial**. Londrina: Embrapa Soja, 2013.

MEDINA, G.; RIBEIRO, G. Participação do capital brasileiro na cadeia produtiva da soja: lições para o futuro do agronegócio nacional. **Revista de Economia e Agronegócio**, Viçosa, v. 13, n. 1, 2, 3, p. 3-38, 2016.

CARMO, M. R. **Avaliação nutricional da soja integral desativada em dietas sem e com enzima protease sobre o desempenho de suínos em crescimento e terminação**. 2023. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2023.

CARMO, M. R. **Avaliação nutricional da soja integral desativada em dietas sem e com enzima protease sobre o desempenho de suínos em crescimento e terminação**. 2023. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2023.

COLETTI, C. *et al.* O agronegócio e os fatores determinantes na tomada de decisão de produzir soja. **Iheringia, Série Botânica**, Porto Alegre, v. 77: e2022005, 2022.

LACERDA, M. A. D.; LACERDA, R. D. O Cluster da fruticultura no Pólo Petrolina/Juazeiro. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 4, n. 1, 1º sem. 2004. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/17598/1/petrolina.pdf>. Acesso em: 19 jun. 2025.

SILVA, J. G. **A nova dinâmica da agricultura brasileira**. 2. ed. rev. Campinas: Ed. da Unicamp, 1998.

WANDERLEY, M. N. B. A emergência de uma nova ruralidade nas sociedades modernas avançadas – o “rural” como espaço singular e ator coletivo. **Estudos Sociedade e Agricultura**, n. 15, p. 87-145, out. 2000.

WANDERLEY, M. N. B. Agricultura familiar e campesinato: rupturas e continuidade. **Estudos Sociedade e Agricultura**, Rio de Janeiro, n. 21, p. 42-61, out. 2003.

WANDERLEY, M. N. B. O mundo rural brasileiro: acesso a bens e serviços e integração campo-cidade. **Estudos Sociedade e Agricultura**, Rio de Janeiro, v. 17, n. 1, p. 60-85, 2009.

COSTA, N. L.; SANTANA, A. C. Análise do mercado da soja: aspectos conjunturais da formação do preço pago ao produtor brasileiro. **Plantio Direto**, v. 163, p. 20-39, 2018.

RAMOS, S. F. Uso do território no Vale do São Francisco: sistema técnico agrícola da fruticultura irrigada. **GEOUSP – Espaço e Tempo**, São Paulo, v. 17, n. 2, p. 62–81, 2013. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/geousp/article/view/74935>. Acesso em: 31 jul. 2025.

LACERDA, M. A. D.; LACERDA, R. D. O Cluster da fruticultura no Pólo Petrolina/Juazeiro. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 4, n. 1, 1º sem. 2004. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/17598/1/petrolina.pdf>. Acesso em: 19 jun. 2025.

CUNHA, R. C. C.; ESPÍNDOLA, C. J. Da pecuária à soja: uma leitura de Balsas (MA) – Brasil – com base em Vidal de La Blache. **Espaço & Geografia**, v. 22, n. 1, p. 91-118, 2019.

FEITOSA, M. M. *et al.* A soja no estado do Maranhão, Brasil: uma análise temporal da expansão e substituição das culturas alimentares. **Geografares**, n. 37, 2023. Disponível em: <https://journals.openedition.org/geografares/9884?lang=fr#bibliography>. Acesso em: 23 jun. 2025.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Indicadores sociodemográficos e de saúde no Brasil: 2009**. [S.l.:s.n.], 2025. Disponível em: www.ibge.gov.br. Acesso em: 5 jul. 2025.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produto Interno Bruto dos Municípios**. Rio de Janeiro: IBGE, 2023. Disponível em: <https://tabnet.datasus.gov.br/cgi/ibge/pibmundescr.htm>. Acesso em: 19 jul. 2025.

FIRJAN – FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. **Índice FIRJAN de Desenvolvimento Municipal – IFDM**. Rio de Janeiro: FIRJAN, 2023. Disponível em: <https://www.firjan.com.br/ifdm>. Acesso em: 19 jul. 2025.

MARANHÃO (Estado). Secretaria de Agricultura, Pecuária e Pesca – SAGRIMA. **Perfil da agricultura 2020–2021**. São Luís: SAGRIMA, 2022. Disponível em: <https://sigite.sagrima.ma.gov.br/wp-content/uploads/2022/04/PERFIL-DA-AGRICULTURA-2020-2021.pdf>. Acesso em: 31 jul. 2025.

MARANHÃO (Estado). Secretaria de Estado da Agricultura, Pecuária e Pesca – SAGRIMA. **Perfil da agropecuária maranhense**: 2020. São Luís: SAGRIMA, 2020. Disponível em: <https://sigite.sagrima.ma.gov.br/wp-content/uploads/2021/05/PERFIL-DA-AGROPECU%C3%81RIA-2020.pdf>. Acesso em: 30 jul. 2025.

PINDYCK, R. S.; RUBINFELD, D. L. **Econometria**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

WOOLDRIDGE, J. M. **Introdução à econometria**: uma abordagem moderna. Tradução José A. Ferreira. São Paulo: Cengage Learning, 2010.

WANDERLEY, M. N. B. O mundo rural brasileiro: acesso a bens e serviços e integração campo-cidade. **Estudos Sociedade e Agricultura**, Rio de Janeiro, v. 17, n. 1, p. 60-85, 2009.