

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA - UFU
FACULDADE DE CIÊNCIAS CONTÁBEIS - FACIC
PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS CONTÁBEIS

TAMIRA ALESSANDRA BARBOSA FERNANDES LEAL

COMPORTAMENTO DOS CUSTOS DE PRODUÇÃO E PREÇOS DA SOJA
OGM E CONVENCIONAL NO BRASIL EM RELAÇÃO AS VARIÁVEIS
ECONÔMICAS

UBERLÂNDIA
FEVEREIRO DE 2025

TAMIRA ALESSANDRA BARBOSA FERNANDES LEAL

**COMPORTAMENTO DOS CUSTOS DE PRODUÇÃO E PREÇOS DA SOJA
OGM E CONVENCIONAL NO BRASIL EM RELAÇÃO AS VARIÁVEIS
ECONÔMICAS**

Dissertação apresentada para a obtenção do título de Mestre no Programa de Pós-Graduação stricto sensu em Ciências Contábeis, da Universidade Federal de Uberlândia (MG).

Área concentração: Contabilidade e Controladoria

Orientador: Prof. Dr. Sérgio Lemos Duarte

**UBERLÂNDIA
FEVEREIRO DE 2025**

Ficha Catalográfica Online do Sistema de Bibliotecas da UFU
com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

L435
2025 Leal, Tamira Alessandra Barbosa Fernandes, 1999-
COMPORTAMENTO DOS CUSTOS DE PRODUÇÃO E PREÇOS DA SOJA
OGM E CONVENCIONAL NO BRASIL EM RELAÇÃO AS VARIÁVEIS
ECONÔMICAS [recurso eletrônico] / Tamira Alessandra
Barbosa Fernandes Leal. - 2025.

Orientador: Sérgio Lemos Duarte.
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de
Uberlândia, Pós-graduação em Ciências Contábeis.
Modo de acesso: Internet.
Disponível em: <http://doi.org/10.14393/ufu.di.2025.65>
Inclui bibliografia.
Inclui ilustrações.

1. Contabilidade. I. Duarte, Sérgio Lemos, 1982-,
(Orient.). II. Universidade Federal de Uberlândia. Pós-
graduação em Ciências Contábeis. III. Título.

CDU: 657

Bibliotecários responsáveis pela estrutura de acordo com o AACR2:

Gizele Cristine Nunes do Couto - CRB6/2091
Nelson Marcos Ferreira - CRB6/3074



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Ciências
Contábeis

Av. João Naves de Ávila, 2121, Bloco 1F, Sala 248 - Bairro Santa Monica, Uberlândia-MG,
CEP 38400-902

Telefone: (34) 3291-5904 - www.ppgcc.facic.ufu.br - ppgcc@facic.ufu.br



ATA DE DEFESA - PÓS-GRADUAÇÃO

Programa de Pós-Graduação em:	Ciências Contábeis				
Defesa de:	Dissertação de Mestrado Acadêmico, número 146 - PPGCC				
Data:	03 de fevereiro de 2025	Hora de início:	14:00 h	Hora de encerramento:	15:20
Matrícula do Discente:	12312CCT019				
Nome do Discente:	Tamira Alessandra Barbosa Fernandes Leal				
Título do Trabalho:	Influência das variáveis econômicas nos custos de produção e preços da soja OGM e tradicional nas principais regiões produtoras do Brasil				
Área de concentração:	Contabilidade e Controladoria				
Linha de pesquisa:	Controladoria				
Projeto de Pesquisa de vinculação:	PPGCC02 - Controladoria e Gestão de Custos				

Reuniu-se virtualmente, a Banca Examinadora, designada pelo Colegiado do Programa de Pós-graduação em Ciências Contábeis, assim composta: Professores(as) Doutores(as) Simone Alves da Costa (Unifesp), Marcelo Tavares (UFU), e Sérgio Lemos Duarte, orientador da candidata.

Iniciando os trabalhos o presidente da mesa, Sérgio Lemos Duarte, apresentou a Comissão Examinadora e a candidata, agradeceu a presença do público, e concedeu à discente a palavra para a exposição do seu trabalho. A duração da apresentação da discente e o tempo de arguição e resposta foram conforme as normas do Programa.

A seguir o presidente concedeu a palavra, pela ordem sucessivamente, aos(às) examinadores(as), que passaram a arguir a candidata. Ultimada a arguição, que se desenvolveu dentro dos termos regimentais, a Banca, em sessão secreta, atribuiu o resultado final, considerando a candidata:

APROVADA

Esta defesa faz parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre.

O competente diploma será expedido após cumprimento dos demais requisitos, conforme as normas do Programa, a legislação pertinente e a regulamentação interna da UFU.

Nada mais havendo a tratar foram encerrados os trabalhos. Foi lavrada a presente ata que após lida e achada conforme foi assinada pela Banca Examinadora.



Documento assinado eletronicamente por **Sergio Lemos Duarte, Professor(a) do Magistério Superior**, em 03/02/2025, às 15:36, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Marcelo Tavares, Professor(a) do Magistério Superior**, em 03/02/2025, às 15:52, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Simone Alves da Costa, Usuário Externo**, em 03/02/2025, às 18:15, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://www.sei.ufu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **5967520** e o código CRC **F951B5A5**.

À minha mãe, Rachel, professora e mestre, cuja trajetória acadêmica foi e continua sendo uma inspiração para a minha própria caminhada. Seu exemplo de determinação e dedicação pela verdade me guia não apenas nos estudos, mas em todas as áreas da minha vida.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por Sua presença constante em minha vida, por me guiar em cada passo desta caminhada e por me conceder forças e sabedoria para superar os desafios.

Aos meus pais, Valtamiro e Rachel, pelo amor infinito, pela dedicação e por serem meus pilares em todos os momentos. Vocês me ensinaram valores que são a base de quem eu sou hoje, e cada vitória minha é, antes de tudo, uma vitória de vocês. À minha irmã, Maria Gabriela, minha melhor amiga e confidente, por compartilhar comigo tantas alegrias, desafios e sonhos. Sua amizade é um dos maiores presentes que a vida me deu.

Ao meu marido, Victor, por estar ao meu lado em cada etapa dessa jornada.

À minha gatinha, Mimi, por me ensinar, todos os dias, sobre amor incondicional e desinteressado, uma lição de vida que levarei comigo para sempre.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Sérgio Lemos Duarte, pela orientação dedicada, pelos ensinamentos valiosos e pela amizade construída ao longo deste trabalho. Sua paternidade acadêmica e sabedoria foram inspirações que me guiaram tanto no campo científico quanto na vida.

Aos professores que compuseram as bancas de qualificação e defesa, Prof. Dr. Marcelo Tavares e Prof. Dra. Simone Alves da Costa, pelas contribuições enriquecedoras e críticas construtivas que engrandeceram este trabalho e impulsionaram meu amadurecimento acadêmico.

À Faculdade de Ciências Contábeis da Universidade Federal de Uberlândia, ao Programa de Pós-Graduação e a todo o corpo docente, pelo acolhimento e pela formação de excelência que recebi ao longo do mestrado. Nesse momento, ter sido aprovada para o doutorado nesta instituição é motivo de grande alegria, e estou ansiosa para retornar a essa casa que tanto contribuiu para minha trajetória.

Ao Prof. Aurimenes Alves, Mestre em Matemática, por sua dedicação e competência ao me preparar para o exame ANPAD, desempenhando um papel fundamental no início desta caminhada acadêmica.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), pela bolsa concedida durante todo o mestrado e pelo financiamento ao projeto de pesquisa por meio do Edital 001/2024 Demanda Universal, projeto APQ-02585-24, permitindo a concretização deste trabalho.

A todos que, de alguma forma, contribuíram para esta conquista, sejam colegas, amigos ou familiares, meu mais sincero e profundo agradecimento.

"Em tempos de mudança, aqueles que aprendem herdarão a terra, enquanto aqueles que já sabem estarão bem equipados para um mundo que não existe mais."

Eric Hoffer

RESUMO

A soja desempenha um papel central no agronegócio brasileiro, setor que representou aproximadamente 25% do PIB e 48% das exportações totais do país em 2023. No mesmo ano, a comercialização da commodity gerou mais de US\$ 60 bilhões em receitas, evidenciando sua importância econômica. A formação de custos e preços dessa cultura é influenciada por variáveis econômicas que afetam diretamente a rentabilidade e a competitividade do setor. Diante desse cenário, este estudo analisou a influência de fatores econômicos sobre os custos de produção e a precificação da soja geneticamente modificada e convencional nas principais regiões produtoras do Brasil. A pesquisa adotou uma abordagem quantitativa, empregando modelos de regressão com dados em painel para examinar o impacto da Taxa de Câmbio, Taxa SELIC, PIB, IPCA e Risco País sobre os custos e preços da soja entre 2014 e 2023. Os dados foram obtidos de fontes secundárias, incluindo a Companhia Nacional de Abastecimento (Conab), o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o Banco Central do Brasil e o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA). A modelagem econométrica foi conduzida no software Stata, garantindo robustez estatística na estimação dos coeficientes e na escolha do modelo mais adequado. Os resultados indicam que a Taxa de Câmbio foi a variável mais influente na estrutura de custos, especialmente para insumos importados, como fertilizantes e defensivos agrícolas, com impacto mais expressivo na soja geneticamente modificada, devido à sua maior dependência de biotecnologia e insumos patenteados. A Taxa SELIC afetou significativamente os custos financeiros, incluindo administração e assistência técnica, elevando encargos e restringindo investimentos no setor. O PIB e o IPCA apresentaram efeitos mais indiretos sobre os custos, enquanto o Risco País impactou investimentos de longo prazo, como depreciação de máquinas e infraestrutura agrícola. A análise dos achados à luz da Teoria da Contingência reforça a necessidade de adaptação do setor agropecuário às oscilações econômicas, destacando a importância de estratégias como hedge cambial, diversificação de fornecedores e políticas de crédito agrícola para mitigar riscos financeiros e cambiais. As contribuições do estudo incluem o aprofundamento da relação entre macroeconomia e custos agrícolas, fornecendo subsídios para produtores, gestores do agronegócio e formuladores de políticas públicas. Pesquisas futuras podem expandir a análise para outras commodities agrícolas, como algodão e trigo, incorporar variáveis climáticas e explorar comparações internacionais, aprofundando o entendimento sobre os impactos macroeconômicos na competitividade do setor.

Palavras-chave: Soja. Agronegócio. Custos de produção. Preços agrícolas. Taxa de câmbio.

ABSTRACT

Soy plays a central role in Brazilian agribusiness, a sector that accounted for approximately 25% of the country's GDP and 48% of total exports in 2023. In the same year, soybean trade generated more than USD 60 billion in revenue, highlighting its economic significance. The formation of costs and prices in this sector is influenced by macroeconomic variables that directly affect profitability and competitiveness. Given this context, this study analyzed the impact of economic factors on production costs and pricing of genetically modified (GM) and conventional soybeans in the main producing regions of Brazil. The research adopted a quantitative approach, employing panel data regression models to examine the effects of the Exchange Rate, SELIC Rate, GDP, IPCA (Broad Consumer Price Index), and Country Risk on soybean costs and prices between 2014 and 2023. Data were obtained from secondary sources, including the National Supply Company (Conab), the Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE), the Central Bank of Brazil, and the Institute of Applied Economic Research (IPEA). Econometric modeling was conducted using the Stata software, ensuring statistical robustness in the estimation of coefficients and model selection. The results indicate that the Exchange Rate was the most influential variable in the cost structure, particularly for imported inputs such as fertilizers and pesticides, with a more pronounced impact on genetically modified soybeans, due to their greater dependence on biotechnology and patented inputs. The SELIC Rate significantly affected financial costs, including administration and technical assistance, increasing financial burdens and restricting investments in the sector. GDP and IPCA had more indirect effects on costs, while Country Risk impacted long-term investments, such as the depreciation of machinery and agricultural infrastructure. The analysis of findings through the lens of Contingency Theory reinforces the need for adaptation in the agricultural sector to economic fluctuations, highlighting the importance of strategies such as currency hedging, supplier diversification, and agricultural credit policies to mitigate financial and exchange rate risks. The study contributes to a deeper understanding of the relationship between macroeconomics and agricultural costs, offering insights for producers, agribusiness managers, and policymakers. Future research may expand the analysis to other agricultural commodities, such as cotton and wheat, incorporate climate variables, and explore international comparisons, further enhancing the understanding of macroeconomic impacts on sector competitiveness.

Keywords: Soybean. Agribusiness. Production costs. Agricultural prices. Exchange rate.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Resultados dos Testes de Diagnóstico.....	45
Tabela 2: Estatísticas Descritivas Variáveis Econômicas.	47
Tabela 3: Estatísticas Descritivas Custos e Preços de Venda da Soja.....	50
Tabela 5: Regressões custos de insumos agrícolas.....	55
Tabela 6: Regressões custos operacionais.	59
Tabela 7: Regressões custos de aquisição e depreciação de maquinário.	63
Tabela 8: Regressões custos de armazenagem e depreciação de benfeitorias.....	67
Tabela 9: Regressões custo total e preço de venda.....	70

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Estrutura geral dos custos de produção CONAB, CEPEA e IMEA.....	24
Quadro 2: Resumo achados dos estudos anteriores.....	36
Quadro 3: Municípios que compõe a amostra de pesquisa.	39
Quadro 4: Variáveis econômicas e fundamentação teórica.....	40
Quadro 5: Composição das variáveis de custo utilizadas no estudo.	41
Quadro 6: Modelos de regressão para custos e preços da produção de soja.	44
Quadro 7: Síntese das variáveis econômicas associadas aos custos e preços da soja.	75
Quadro 8: Síntese dos principais achados da pesquisa.....	76

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Produção de soja por região brasileira.	19
Figura 2: Produção de soja por estado da região Centro Oeste brasileira.	20
Figura 3: Produção de soja por estado da região sul brasileira.	21
Figura 4: Produção de soja por estado das regiões sudeste, norte e nordeste brasileiras.	21

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
1.1 Contextualização	12
1.2 Problema de pesquisa	14
1.3 Objetivos.....	15
1.4 Justificativa, relevância e contribuições	15
2. REVISÃO DA LITERATURA.....	17
2.1 Teoria da Contingência e o agronegócio	17
2.2 Produção de Soja no Brasil.....	18
2.3 Custos de produção e Formação de preço da soja	23
2.4 Variáveis Econômicas	26
2.4.1 Produto Interno Bruto - PIB	26
2.4.2 Taxa de câmbio - P-Tax 800.....	27
2.4.3 Inflação – IPCA	28
2.4.4 Taxa de juros básica da economia – SELIC	29
2.4.5 Risco país.....	31
2.5 Estudos anteriores.....	32
3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	38
3.1 Base de dados	38
3.1.1 Variáveis Econômicas	40
3.1.2 Variáveis de Custo.....	41
3.2 Métodos de análise	42
3.3 Modelos de regressão	42
3.4 Testes de Diagnóstico.....	44
4. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS	47
4.1 Estatística descritiva	47
4.1.1 Variáveis econômicas.....	47
4.1.2 Variáveis de custo.....	50
4.2 Análise dos modelos de regressão	54
4.2.1 Insumos agrícolas	55
4.2.2 Custos operacionais	59
4.2.3 Maquinário e implementos agrícolas.....	63
4.2.4 Armazenagem e benfeitorias	66
4.2.5 Custo total e preço de venda.....	69
4.2.6 Síntese dos impactos econômicos nos custos e preços.....	74
4.3 Discussão com a Teoria da Contingência.....	77
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	80
REFERÊNCIAS.....	83

1. INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização

A história da agricultura no Brasil está diretamente ligada à formação econômica do país, favorecida por condições climáticas propícias e ampla disponibilidade de terras. Desde a chegada dos colonizadores portugueses, a economia brasileira foi marcada por ciclos de culturas agrícolas, incluindo produtos como pau-brasil, açúcar, café, borracha, cacau, ouro, algodão e fumo. Em períodos mais recentes, a soja, frutas e produtos de origem animal, como carne e couro, passaram a ocupar posição de destaque no agronegócio nacional (De Miranda, 2020).

Ao longo do século XXI, autores como Bacha (2000) apontaram o potencial do Brasil para se consolidar como um dos maiores produtores mundiais de alimentos e commodities agrícolas. Mesmo após duas décadas, essa visão permanece válida, posicionando o país como um fornecedor estratégico no cenário global. Além da relevância na segurança alimentar, o agronegócio brasileiro impacta setores como biocombustíveis, indústria farmacêutica e exportações, desempenhando papel significativo na economia nacional (De Miranda, 2020). Segundo o autor, o agronegócio se consolidou como um dos pilares da economia brasileira, sendo essencial diante do aumento da demanda global por alimentos.

Apesar do crescimento, o setor enfrenta desafios. Gazzoni (2017) destaca que o Brasil precisa aumentar sua produção em um cenário de mudanças climáticas, urbanização e concorrência global. Além disso, a expansão de outras atividades no campo e o aumento do comércio agrícola agravam essas dificuldades. Além disso, a expansão de outras atividades no campo e o aumento do comércio agrícola agravam essas dificuldades. Além disso, grandes produtores globais, como Estados Unidos e China, enfrentam limitações em seu potencial produtivo, o que reforça a necessidade de estratégias eficientes de crescimento no Brasil (De Miranda, 2020).

Entre as principais commodities agrícolas, a soja se destaca como um dos principais produtos do agronegócio brasileiro. O país lidera a produção e exportação global do grão há mais de uma década, consolidando essa posição na safra 2019/2020. Em 2022/2023, a produção nacional atingiu 155 milhões de toneladas, representando 42% do total mundial, com o Mato Grosso despontando como maior estado produtor, superando inclusive a produção argentina (CEPEA, 2022; USDA, 2023).

Esse protagonismo está associado a um diferencial estratégico: o ciclo produtivo da soja no Brasil ocorre em um período distinto do calendário agrícola de outros países, especialmente

dos Estados Unidos, seu principal concorrente. Enquanto no Brasil o plantio ocorre entre outubro e dezembro, com colheita entre março e maio, nos EUA o plantio acontece entre maio e junho, com colheita entre setembro e outubro. Essa diferença permite que o Brasil atenda à demanda global durante períodos de menor oferta, aproveitando condições mais favoráveis de mercado (EMBRAPA, 2016).

Além de seu impacto produtivo, a soja desempenha um papel estratégico na economia brasileira. Em 2022, a cadeia produtiva da soja e do biodiesel movimentou R\$ 673,7 bilhões, correspondendo a 27% do PIB do agronegócio nacional (CEPEA, 2022). Um dos principais fatores que impulsionaram esse crescimento foi a adoção da soja geneticamente modificada (OGM), que começou a ser cultivada legalmente no Brasil a partir de 2003, após anos de uso não regulamentado. Atualmente, mais de 95% da soja plantada no país é transgênica, demonstrando sua ampla aceitação entre os produtores (USDA, 2023).

A soja OGM trouxe ganhos significativos para o setor ao permitir a redução no uso de agroquímicos, o controle mais eficiente de pragas e plantas daninhas, além do aumento da produtividade por hectare. Essas vantagens tornaram a produção brasileira mais competitiva no cenário global, especialmente diante da crescente demanda internacional. No entanto, a soja convencional ainda mantém espaço no mercado, sendo procurada por segmentos específicos, como exportadores para mercados mais rígidos, que exigem produtos livres de transgenia, e por produtores orgânicos que utilizam técnicas agrícolas tradicionais (Menegatti; Barros, 2007; Souza, 2023).

As commodities, como a soja, possuem características específicas, como uniformidade, produção em larga escala e baixo grau de industrialização, que as classificam como produtos de mercado global. Seus preços são determinados em bolsas internacionais, como a Bolsa de Chicago (CBOT), refletindo variáveis externas, como oferta e demanda globais, flutuações cambiais e políticas comerciais. Esse modelo de precificação imita a influência direta dos produtores sobre o preço de venda, tornando a gestão de custos um elemento relevante para a viabilidade econômica (Mattei, 2020; Lourenço, 2019).

Mesmo consolidado no cenário global, o agronegócio brasileiro enfrenta desafios estruturais, como oscilações cambiais, variações nos preços internacionais e a ausência de políticas voltadas à agregação de valor nas exportações. Essas questões impactam os custos de produção e a competitividade dos produtos brasileiros (Oliveira, 2018; Leal et al., 2024). Nesse cenário, a eficiência na gestão de custos se torna um elemento central para garantir a viabilidade do setor.

Observa-se então que a dinâmica do setor agrícola é influenciada por múltiplos fatores externos, tornando a adaptação e a flexibilidade elementos essenciais para uma gestão eficiente. Nesse contexto, a Teoria da Contingência, desenvolvida por pesquisadores como Woodward (1965) e ampliada por Otley (1980), propõe que não há um modelo único de gestão aplicável a todas as organizações, sendo necessário ajustar estratégias e práticas de acordo com as condições específicas do ambiente.

No agronegócio, essa abordagem é particularmente relevante, pois a atividade agrícola está sujeita a variações climáticas, oscilações de preços no mercado internacional, custos de produção e mudanças em políticas públicas. Diferentemente de setores mais previsíveis, o ambiente agrícola exige respostas rápidas e flexíveis para mitigar riscos e garantir a competitividade.

Sell, Beuren e Lavarda (2020) reforçam essa perspectiva ao destacar que fatores econômicos externos, muitas vezes fora do controle dos produtores, impõem a necessidade de ajustes operacionais, reestruturação de custos e adequações na precificação. No caso das commodities agrícolas, esse desafio é ainda mais acentuado, pois a precificação não ocorre diretamente pelos produtores, mas sim em bolsas internacionais, onde as cotações variam conforme oferta e demanda globais. Isso reforça a importância de uma gestão eficiente, capaz de se adaptar às dinâmicas econômicas e minimizar os impactos da volatilidade do mercado.

Dessa forma, a Teoria da Contingência fornece uma estrutura conceitual para analisar como as variáveis econômicas afetam a produção e comercialização da soja. Ao enfatizar a adaptação estratégica e a flexibilidade gerencial, essa abordagem permite compreender melhor os desafios enfrentados pelo setor e desenvolver estratégias alinhadas às condições econômicas variáveis, promovendo decisões mais eficazes em um ambiente de incerteza.

1.2 Problema de pesquisa

A problemática que orienta este estudo decorre então da crescente pressão exercida por fatores externos sobre a formação de custos e preços no setor agropecuário. A dependência da soja em relação a mercados internacionais e as implicações de variáveis econômicas, como taxa de câmbio e inflação, criam desafios adicionais para os produtores. Além disso, a inclusão do Risco País como variável de análise representa uma contribuição teórica relevante, considerando que essa medida reflete a percepção dos investidores sobre a estabilidade econômica e política do Brasil, com impactos diretos sobre o fluxo de capital e o custo do financiamento.

Diante do exposto, tem-se como problemática: **qual o comportamento dos custos de produção e dos preços da soja OGM e convencional no Brasil em relação as variáveis econômicas?**

1.3 Objetivos

Buscando atender à questão levantada, o objetivo geral deste estudo é investigar qual o comportamento dos custos de produção e preços da soja OGM e convencional no Brasil em relação as variáveis econômicas.

Como objetivos específicos, tem-se:

- i. Examinar o comportamento dos preços da soja convencional no Brasil em relação às variáveis econômicas.
- ii. Examinar o comportamento dos preços da soja OGM no Brasil em relação às variáveis econômicas.
- iii. Examinar o comportamento dos custos de produção da soja convencional no Brasil em relação às variáveis econômicas.
- iv. Examinar o comportamento dos custos de produção da soja OGM no Brasil em relação às variáveis econômicas.
- v. Comparar o comportamento dos custos de produção e da formação de preços entre os dois tipos de cultivo da soja — OGM e convencional — em relação às variáveis econômicas, analisando diferenças, interdependências e relações observadas no contexto do mercado agrícola.

1.4 Justificativa, relevância e contribuições

A realização deste estudo se justifica pela necessidade de compreender como fatores externos influenciam a gestão do agronegócio, considerando a relevância do setor para a economia brasileira e o papel da soja nesse contexto. O agronegócio brasileiro tem participação expressiva no Produto Interno Bruto (PIB) e nas exportações, além de ser um importante gerador de empregos. Em 2023, o setor representou aproximadamente 25% do PIB nacional e 48% das exportações totais. A soja foi a principal commodity exportada, com receita superior a US\$ 60 bilhões, evidenciando sua importância para a economia do país.

A relação entre variáveis econômicas e a gestão da cultura da soja possibilita a análise da eficiência e competitividade do agronegócio. Entre essas variáveis, muitas podem ser influenciadas por políticas públicas, incluindo políticas monetárias, fiscais e cambiais. Essas

ações governamentais afetam diretamente o desempenho do setor, impactando a produção e comercialização da soja (Oioli; Buranello, 2019; Bueno, 2023). Dessa forma, compreender essa relação auxilia tanto os produtores quanto os formuladores de políticas na adoção de estratégias voltadas à estabilidade do setor.

Do ponto de vista teórico, este estudo se diferencia ao modelar simultaneamente os comportamentos de custo e preço da soja, incluindo o risco país como variável explicativa. Enquanto pesquisas anteriores analisam fatores econômicos de forma isolada, esta abordagem integrada permite avaliar como múltiplas condições econômicas afetam a estrutura produtiva. Além disso, a inclusão do risco país amplia a compreensão sobre incertezas do mercado e seus reflexos na precificação e nos custos do setor (Oliveira, 2018).

No âmbito prático, a pesquisa busca analisar as interações entre variáveis econômicas e os custos e preços da soja. Ao identificar esses efeitos, espera-se fornecer informações que auxiliem os agentes do setor na tomada de decisões sobre gestão de riscos e estratégias de mercado. O estudo também busca oferecer subsídios para que gestores rurais possam se orientar pelas variáveis econômicas mais expressivas, facilitando o planejamento e a adaptação de suas operações às condições do mercado. Esse entendimento contribui para maior previsibilidade e adaptação às oscilações do ambiente econômico.

Em relação às contribuições sociais, além de subsidiar políticas públicas voltadas à sustentabilidade, competitividade e suporte aos produtores, este estudo destaca o papel do agronegócio como setor que emprega e gera renda em diferentes regiões do país. A atividade agrícola, especialmente a produção de soja, contribui diretamente para o desenvolvimento socioeconômico por meio da geração de empregos, movimentação econômica em áreas rurais e urbanas e incremento na renda de trabalhadores e comunidades. As análises resultantes deste trabalho podem auxiliar no desenvolvimento de estratégias governamentais e empresariais que beneficiem o setor agrícola e promovam melhorias na qualidade de vida da população.

Após esta introdução, o trabalho apresenta uma revisão de literatura abordando as principais variáveis econômicas e suas relações com o agronegócio. Em seguida, são detalhados os procedimentos metodológicos utilizados no estudo. A seção seguinte discute os resultados obtidos, relacionando-os com a Teoria da Contingência. Por fim, são apresentadas as considerações finais, destacando as contribuições teóricas e práticas da pesquisa.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Teoria da Contingência e o agronegócio

A Teoria da Contingência é uma abordagem desenvolvida entre as décadas de 1960 e 1970, consolidada na administração ao destacar a necessidade de adaptação e flexibilidade nas práticas de gestão. Pesquisadores como Woodward (1965), Gordon e Miller (1976), Waterhouse e Tiessen (1978) e Fisher (1995) foram pioneiros ao propor essa teoria, que rompeu com modelos tradicionais como a Teoria Clássica, a Teoria das Relações Humanas e a Teoria da Burocracia. Essa perspectiva rejeita soluções universais, ao propor que a eficácia organizacional depende de variáveis internas e externas específicas.

O princípio central da Teoria da Contingência está na ideia de que a eficácia organizacional é condicionada por fatores contingenciais, como ambiente externo, estrutura, estratégia e natureza das tarefas. Segundo Otley (1980), o ambiente externo engloba elementos como concorrência, regulamentações, avanços tecnológicos e condições econômicas. Essa abordagem se diferencia das teorias prescritivas ao reconhecer que organizações devem ajustar suas práticas às condições específicas de seu contexto para alcançar melhores resultados.

Bertero (1998) reforça que a Teoria da Contingência rejeita modelos fixos, propondo flexibilidade e personalização das práticas gerenciais. Espejo e Frezatti (2008) destacam que a interação entre estrutura, tecnologia, estratégia e porte organizacional influencia a eficácia das práticas adotadas. Covaleski et al. (2003) apontam que o desempenho organizacional está associado à capacidade de responder adequadamente às variáveis contingenciais. Esses aspectos tornam a teoria uma ferramenta útil para ajustar elementos gerenciais em diferentes contextos.

Haldma e Lääts (2002) ressaltam que a adaptação às condições externas é essencial para o sucesso organizacional, especialmente em ambientes dinâmicos e sujeitos a mudanças. Almeida, Garcia e Freire (2020) acrescentam que organizações devem considerar variáveis como tecnologia, porte, estratégia e ambiente para estruturar suas práticas. Essa abordagem permite às organizações adaptar suas operações de forma alinhada às condições externas e internas, promovendo maior coerência nas decisões.

Quando aplicada ao agronegócio, a Teoria da Contingência assume especial relevância devido às características específicas do setor. Rech (2011) observa que a adaptação ao ambiente natural é indispensável, dado o impacto de variáveis como clima, sazonalidade e condições meteorológicas. De Andrade et al. (2011) complementam que empresas rurais precisam ser flexíveis na escolha de culturas, nos métodos de cultivo e na gestão da cadeia de suprimentos.

Gazzoni (2017) aponta que tecnologias voltadas à mitigação de riscos climáticos podem ser determinantes para a sustentabilidade das operações.

Além das condições ambientais, o agronegócio enfrenta desafios relacionados a flutuações de preços e demandas, influenciados por fatores econômicos, políticas agrícolas e eventos globais. A pandemia da Covid-19 evidenciou como mudanças abruptas no ambiente externo afetam diretamente o setor agrícola, exigindo rápida adaptação (Leal; Duarte, 2023). Dalcin (2010) destaca que estratégias precisam ser constantemente ajustadas para enfrentar essas oscilações e preservar a competitividade do setor.

No caso da produção de soja, a Teoria da Contingência fornece uma base teórica para analisar como variáveis econômicas afetam os custos de produção e a formação de preços, tanto da soja OGM quanto da convencional. Esse impacto ocorre porque os custos de produção variam conforme fatores como taxas de câmbio, preços de insumos e políticas agrícolas, enquanto a formação de preços é influenciada pela demanda global, barreiras comerciais e oscilações do mercado. A interação entre fatores econômicos e ambientais se torna ainda mais relevante, dado que a produção de soja envolve desafios logísticos complexos e está sujeita a variações climáticas e regulatórias, fatores que afetam diretamente a competitividade dessa cultura no Brasil.

Essa teoria permite uma análise integrada dos fatores que influenciam a produção de soja, como mudanças climáticas, regulamentações governamentais, oscilações no mercado global e custos de insumos. Ao enfatizar a adaptação e flexibilidade, a Teoria da Contingência oferece uma estrutura conceitual para compreender os desafios enfrentados pelo agronegócio e desenvolver estratégias alinhadas às condições variáveis do ambiente econômico, promovendo decisões mais eficazes em cenários de incerteza.

2.2 Produção de Soja no Brasil

Embora a história da soja no Brasil seja relativamente recente, as origens dessa leguminosa remontam a cerca de 5 mil anos (De Miranda, 2020). Segundo Bonato e Bonato (1987), os registros mais antigos datam de 2.838 a.C., na China, onde o grão foi cultivado e permaneceu restrito até a era das grandes explorações marítimas nos séculos XV e XVI, quando começou a se disseminar globalmente.

No Brasil, a introdução da soja ocorreu em 1882, com experimentos iniciais na Bahia (D'utra, 1882 apud Bonato; Bonato, 1987). A partir desse período, a cultura se expandiu gradualmente para as regiões Sudeste e Sul e, posteriormente, para o Centro-Oeste (De

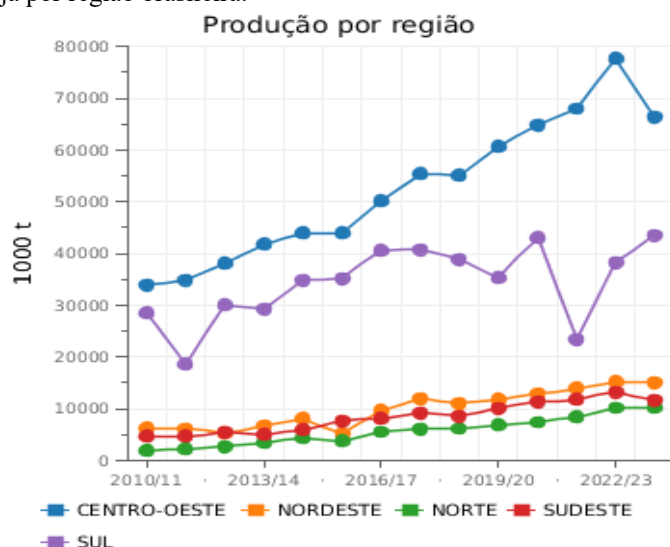
Miranda, 2020). Esse avanço foi impulsionado pelo melhoramento genético, que, por meio da pressão de seleção, permitiu a adaptação da soja a diferentes condições climáticas e edafoclimáticas.

A consolidação da soja no Centro-Oeste representou um marco para a agricultura brasileira. Inicialmente, a região apresentava solos ácidos e pouco férteis, além de um clima considerado desfavorável para a agricultura (De Miranda, 2020). No entanto, avanços em pesquisa agrícola, conduzidos por instituições como a Embrapa, viabilizaram a introdução de técnicas de correção de solo e o desenvolvimento de variedades adaptadas às condições locais. Essas inovações transformaram o Cerrado em uma das regiões agrícolas mais produtivas do mundo.

De acordo com a Embrapa, a soja tem diversas aplicações, sendo utilizada na produção de grãos, óleos e farinhas, além de desempenhar um papel relevante em setores como biocombustíveis, cosméticos e produtos terapêuticos. Essas utilizações reforçam sua importância econômica para o Brasil.

Atualmente, o Brasil é o maior produtor e exportador mundial de soja, consolidando essa commodity como a mais relevante do agronegócio nacional. Segundo a CONAB (2023), a produção de soja abrange 2.468 municípios, representando cerca de 44,3% do total do país. Essa ampla distribuição geográfica evidencia a adaptabilidade da cultura a diferentes solos e climas. A Figura 1 ilustra a tendência de crescimento da produção de soja no Brasil entre os anos-safra 2010/11 e 2022/23, destacando seu papel na economia agrícola nacional.

Figura 1: Produção de soja por região brasileira.

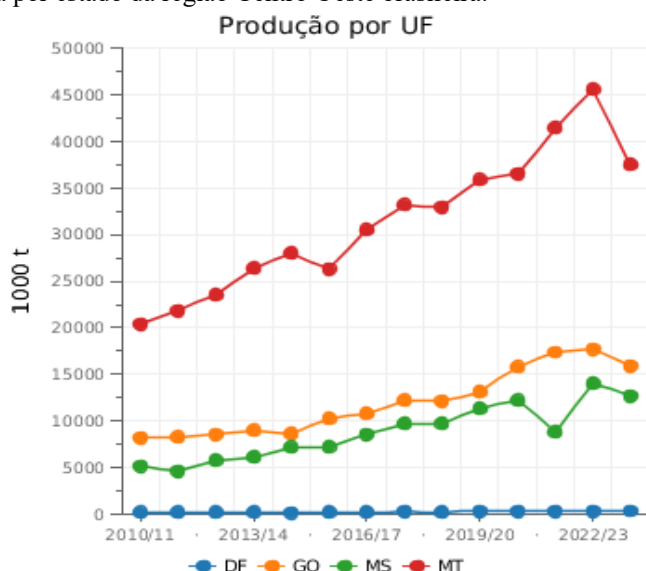


Fonte: Conab (2023b).

Apesar da presença da cultura em diversas regiões, alguns municípios se destacam como principais produtores. Sorriso, em Mato Grosso, lidera a produção nacional com um volume de 2,010 milhões de toneladas (CONAB, 2023). Outros municípios do estado, como Nova Mutum, Sapezal e Diamantino, também apresentam produção significativa, contribuindo para o desempenho estadual e nacional. Mato Grosso é o maior produtor de soja do Brasil, com 45,6 milhões de toneladas na safra 2022/23, resultado do uso intensivo de tecnologias agrícolas e práticas de manejo modernas.

Goiás tem ampliado sua participação na produção de soja, combinando investimentos em infraestrutura, pesquisa e inovação tecnológica. Na safra 2022/23, o estado alcançou 17,7 milhões de toneladas, com produtividade de 3.900 kg/ha, superior à média nacional de 3.508 kg/ha (CONAB, 2023). A Figura 2 apresenta a produção de soja na região Centro-Oeste, evidenciando a liderança de Mato Grosso.

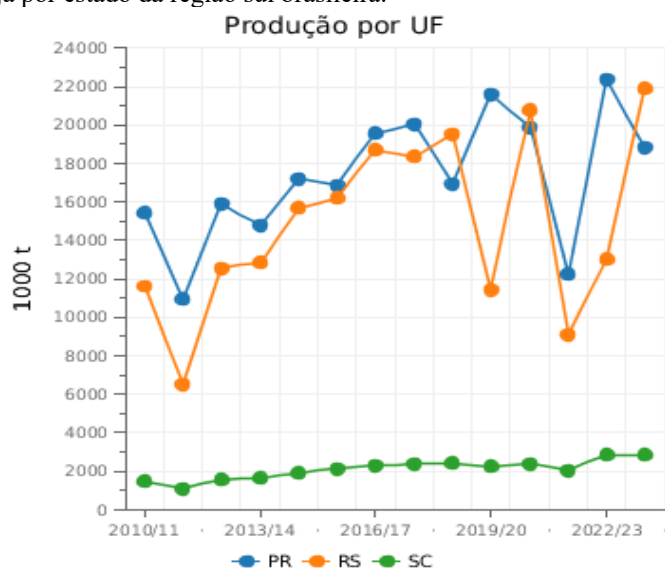
Figura 2: Produção de soja por estado da região Centro Oeste brasileira.



Fonte: Conab (2023b).

No Sul do Brasil, os estados do Paraná e Rio Grande do Sul também possuem grande relevância na produção de soja. O Paraná, reconhecido pela tradição agrícola e qualidade dos grãos, produziu 22,4 milhões de toneladas na safra 2022/23 (CONAB, 2023). O Rio Grande do Sul, apesar de desafios climáticos recorrentes, alcançou 13 milhões de toneladas, combinando práticas agrícolas tradicionais com inovações tecnológicas. A Figura 3 ilustra a produção de soja nos estados da região Sul.

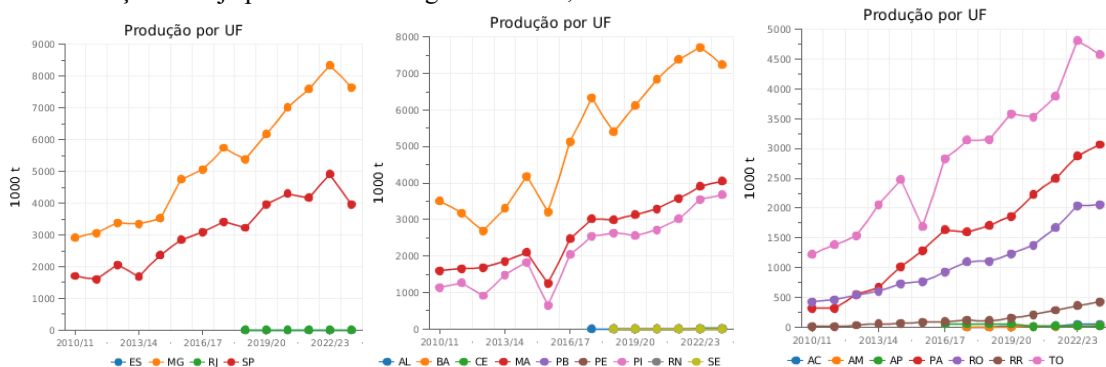
Figura 3: Produção de soja por estado da região sul brasileira.



Fonte: Conab (2023b).

Nas regiões Sudeste, Norte e Nordeste, a produção de soja ocorre em menor escala, mas ainda desempenha um papel importante na diversificação agrícola. Nessas áreas, fatores como clima e características do solo influenciam a extensão da produção. A Figura 4 apresenta a distribuição da produção de soja por estado nessas regiões.

Figura 4: Produção de soja por estado das regiões sudeste, norte e nordeste brasileiras.



Fonte: Conab (2023b).

A produção de soja no Brasil reflete tanto sua relevância econômica quanto sua capacidade de adaptação a diferentes condições geográficas e climáticas. Enquanto o Centro-Oeste e o Sul se destacam como principais regiões produtoras, combinando inovação tecnológica e tradição agrícola, estados como Goiás vêm ampliando sua participação, impulsionando o crescimento do setor. Essa expansão consolidou a soja como uma das principais commodities agrícolas do país, com impacto significativo no mercado nacional e internacional (Leclercq, 2024).

O avanço tecnológico segmentou a produção de soja em duas categorias principais: a convencional e a soja geneticamente modificada, também conhecida como OGM (Leitão et al.,

2018). Essa diferenciação estruturou o mercado da commodity em setores distintos, cada um com demandas e características específicas.

O desenvolvimento da soja OGM, conduzido pela Monsanto na década de 1980, visava otimizar os processos agrícolas, proporcionando benefícios aos produtores (Menegatti; Barros, 2007). Entre os objetivos dessa tecnologia estavam a simplificação do manejo, a ampliação da produtividade e a redução dos custos de produção, especialmente por meio da diminuição das pulverizações para controle de plantas daninhas.

Estudos da própria Monsanto indicaram aumento na produtividade e controle eficiente de plantas invasoras. Análises do Ministério da Agricultura também apontaram para a redução no uso de herbicidas em áreas com alta infestação de ervas daninhas.

Além dos impactos econômicos, Souza (2023) destaca que a soja OGM favoreceu a produtividade e ampliou a oferta de alimentos. Com maior eficiência no cultivo, a necessidade de expansão agrícola foi reduzida, o que contribui para a preservação ambiental. Esse fator está associado à mitigação da degradação do solo e da erosão, resultando em menor impacto sobre os ecossistemas.

Uma das principais características da soja OGM é a tolerância ao herbicida glifosato, amplamente utilizado no controle de plantas invasoras. Essa resistência permite a aplicação do herbicida em diferentes estágios do cultivo, simplificando o manejo e reduzindo custos operacionais (Menegatti; Barros, 2007).

No cultivo convencional, o controle de plantas daninhas exige herbicidas com diferentes mecanismos de ação, como os inibidores de ALS e ACCase, que afetam processos essenciais ao crescimento das plantas invasoras (Roessing; Lazzarotto, 2005). Essas práticas demandam múltiplas aplicações ao longo do ciclo da cultura, elevando os custos de produção (Furlaneto et al., 2008).

A introdução do glifosato no cultivo de soja OGM simplificou o manejo agrícola. Por exigir menos aplicações, essa tecnologia reduziu custos operacionais e otimizou o tempo dedicado ao controle de plantas daninhas (Furlaneto et al., 2008). Essa inovação fortaleceu a competitividade da soja OGM no mercado global.

Dessa forma, a segmentação entre soja convencional e OGM reflete os avanços tecnológicos na agricultura e suas implicações econômicas e ambientais. A soja OGM se consolidou como um fator de transformação na produção agrícola, enquanto a soja convencional, embora mantenha participação no mercado, enfrenta desafios relacionados a custos de manejo. Essa diferenciação evidencia o impacto das inovações na configuração do setor e no atendimento às demandas de um mercado dinâmico e competitivo.

2.3 Custos de produção e Formação de preço da soja

A produção de soja representa uma atividade agrícola de destaque, com impacto significativo na segurança alimentar global e na economia de diversos países (De Miranda, 2020). Contudo, por trás desse cultivo estratégico, encontra-se uma estrutura complexa de custos que influencia diretamente a viabilidade e a rentabilidade da produção. Diversos estudos buscam compreender os elementos que compõem esses custos, destacando sua relevância para o planejamento financeiro e a gestão eficiente das propriedades agrícolas.

A gestão precisa dos custos de produção é essencial para assegurar a saúde financeira dos empreendimentos rurais. Conforme Silva et al. (2019), a ausência de um controle rigoroso e a elevação dos custos de investimento podem comprometer a rentabilidade das operações agrícolas. Nesse contexto, informações detalhadas sobre os custos operacionais permitem uma alocação estratégica de recursos, contribuindo para a sustentabilidade econômica da produção.

Entre os principais componentes dos custos da soja, destacam-se os insumos agrícolas, como adubos químicos, fertilizantes e defensivos agrícolas. Srivastava et al. (2015) ressaltam que esses insumos possuem grande influência nos custos totais da cultura, sendo indispensável sua gestão eficaz. Dados da CONAB (2023a) reforçam essa análise, indicando que fertilizantes, defensivos agrícolas e operações mecanizadas respondem por aproximadamente 70% dos custos operacionais da soja.

A análise do ciclo produtivo revela que os custos de produção da soja abrangem diversas etapas, desde o preparo inicial do solo até a fase de pós-colheita, o que reflete a complexidade da atividade agrícola (Osaki; Batalha, 2015). O preparo do solo, por exemplo, envolve práticas como aragem e adubação, fundamentais para criar condições favoráveis ao plantio e ao desenvolvimento da cultura. Na etapa de semeadura, os custos incluem o uso de sementes, tratamentos químicos e adubação básica, todos essenciais para o estabelecimento da lavoura. Durante o ciclo de cultivo, tratamentos culturais como pulverizações, adubações de cobertura e capinas são indispensáveis para o controle de pragas, doenças e plantas daninhas, mas também representam custos significativos.

Além disso, a estrutura de custos da produção de soja varia conforme a região produtora, sendo influenciada por fatores como clima, disponibilidade de mão de obra e infraestrutura logística. De Lima Filho et al. (2017) destacam a influência dos fatores climáticos e da demanda global nos preços de venda da soja, evidenciando as interações entre os custos de produção e as dinâmicas do mercado. Grandes extensões de terra cultivada, característica de propriedades

no Centro-Oeste brasileiro, também impactam a eficiência e a composição dos custos operacionais (Wesz Junior, 2019).

Estudos conduzidos por Carneiro, Duarte e Costa (2019) sintetizam a estrutura geral dos custos de produção da soja no Brasil, com base em dados de órgãos como CONAB, CEPEA e IMEA. Essa análise inclui insumos, operações mecânicas, mão de obra e despesas gerais, além de custos fixos, como depreciação e manutenção de equipamentos. O levantamento, detalhado no Quadro 1, destaca a abrangência e a complexidade das despesas associadas à produção.

Quadro 1: Estrutura geral dos custos de produção CONAB, CEPEA e IMEA.

Custos	CONAB	CEPEA-CNA	CEPEA-AMPA	IMEA
I - Despesas de Custeio da Lavoura	Insumos	Insumos	Insumos	Semente de Soja
				Semente de Cobertura
				Corretivo de Solo
				Macronutriente
				Micronutriente
				Fungicida
				Herbicida
				Inseticida
				Adjuvante
	Operação Mecânica	Operação Mecânica	Operação Mecânica	Manejo Pré-Plantio
				Adubação e Plantio
				Aplicações com Máquinas
				Colheita
				Manejo Pós-Plantio
	Serviços Diversos	Operações Terceirizadas	Operações Terceirizadas	
	Mão de Obra	Mão de Obra	Mão de Obra	Mão de Obra
	Irrigação	Irrigação	Irrigação	
	Despesa Geral	Custos Gerais	Custos Gerais	
II - Outras Despesas	Desp. Armazenagem	Comercialização	Comercialização	Armazenagem
	Impostos	Impostos	Impostos	Funrural
				Fethab
				Facs
				Transporte de Produção
				Beneficiamento
				Classificação
		Arrendamento	Arrendamento	
	Desp. Administrativa			Despesa Administrativa
III - Despesas Financeiras	Seguro de Produção e de Crédito	Seguro de Capital Fixo	Seguro de Capital Fixo	
	Assistência Técnica	Assistência Técnica	Assistência Técnica	Assistência Técnica
	Juros do Financiamento	Juros de Capital de Giro	Juros de Capital de Giro	Juros do Financiamento
IV – Depreciações	Depreciação Geral	Depreciação Geral	CARP*	Máquinas e Implementos
				Benfeitorias e Instalações
V - Outros Custos Fixos	Manutenção Benfeitoria			Manutenção Periódica
	Encargos Sociais			

* CARP = CR x frc, onde CARP = Custo Anual de Recuperação do Patrimônio (R\$/ano); CR = valor total (R\$) a ser recuperado de um bem; frc = fator de recuperação do capital.

Fonte: Carneiro, Duarte e Costa (2019).

A compreensão aprofundada desses custos é essencial para a tomada de decisões estratégicas no campo, permitindo uma alocação eficiente de recursos e contribuindo para a rentabilidade a longo prazo. A gestão eficiente dos custos não apenas garante a sustentabilidade econômica, mas também prepara os produtores para enfrentar os desafios de um mercado cada vez mais competitivo.

Comercializada como uma commodity agrícola, a soja possui características padronizadas que facilitam sua negociação nos mercados globais (Leal et al., 2024). No entanto, seu preço é influenciado por uma rede complexa de fatores, incluindo oferta e demanda, políticas agrícolas, flutuações cambiais e acordos comerciais internacionais. Essa interdependência torna os preços da soja altamente voláteis, exigindo constante monitoramento e adaptação por parte dos agentes da cadeia produtiva.

A demanda global por soja é impulsionada por setores como a produção de alimentos, a indústria de ração animal e a fabricação de biocombustíveis. Países como China, Estados Unidos e Brasil desempenham papéis centrais nesse mercado, tanto na produção quanto no consumo (Bendinelli et al., 2016). Alterações significativas na demanda desses países podem provocar flutuações expressivas nos preços internacionais.

Por outro lado, a oferta de soja é sensível a fatores como condições climáticas (Bento et al., 2020), produtividade das safras (Costa et al., 1997), avanços tecnológicos e políticas públicas (Alvin; Caetani, 2015). Eventos climáticos extremos, como secas e inundações, frequentemente reduzem a produção e pressionam os preços para cima. Em contrapartida, inovações tecnológicas, como sementes transgênicas e práticas de manejo mais eficientes, podem aumentar a oferta, promovendo maior estabilidade nos mercados (Menegatti e Barros, 2007).

Fatores geopolíticos também desempenham um papel importante na formação dos preços, influenciando tanto a oferta quanto a demanda. Disputas comerciais, subsídios governamentais e acordos internacionais podem alterar significativamente os fluxos comerciais e os preços globais da soja. No Brasil, fatores específicos, como a taxa de câmbio, os custos logísticos e as políticas de incentivo à produção agrícola, também afetam diretamente os preços recebidos pelos produtores, influenciando sua competitividade no mercado internacional (Schultz; Brandt, 2008; De Sousa; Ferreira, 2013).

2.4 Variáveis Econômicas

Este estudo adota variáveis econômicas selecionadas pela relevância de sua influência sobre o agronegócio, com ênfase na produção de soja, uma das principais commodities agrícolas do Brasil. O objetivo é compreender como fatores macroeconômicos impactam a dinâmica produtiva e comercial do setor.

Indicadores como Produto Interno Bruto (PIB) (Braga; Oliveira, 2018; Ephrem, 2021), taxa de câmbio (Arruda, 2008; Nakabashi; Cruz; Scatolin, 2008), inflação (IPCA) (Stockl; Moreira; Giuberti, 2017), taxa SELIC (Rodrigues; Mattos, 2021; Borges Junior, 2024) e Risco País (Cavessana; Vieira, 2023) foram escolhidos por sua capacidade de capturar aspectos essenciais das condições econômicas que afetam a produção agrícola. Cada uma dessas variáveis será explorada nos próximos tópicos, destacando suas interações com o setor agrícola e sua importância para a análise proposta.

2.4.1 Produto Interno Bruto - PIB

O Produto Interno Bruto (PIB) é amplamente reconhecido como um dos principais indicadores para medir o desempenho econômico de um país. Representando o valor total de todos os bens e serviços finais produzidos dentro de um território em um período, geralmente um ano, o PIB fornece informações fundamentais sobre a saúde econômica de uma nação (IBGE, 2023).

Entre suas aplicações, o PIB permite avaliar o crescimento econômico, comparar o desempenho entre países, medir produtividade e orientar políticas econômicas (IBGE, 2023). Contudo, é importante notar que, embora o crescimento do PIB seja frequentemente interpretado como um sinal positivo, ele não reflete aspectos como desigualdade de renda, bem-estar social ou qualidade ambiental.

O agronegócio, enquanto setor essencial da economia, desempenha um papel significativo no PIB de muitos países. Sua contribuição ocorre por meio da produção agrícola e da agroindústria, como alimentos e bebidas. Produtos como cereais, carnes e laticínios geram receitas que integram o cálculo do PIB. Além disso, o setor tem impacto expressivo nas exportações, gerando divisas em moeda estrangeira e superávits comerciais que fortalecem o indicador econômico.

Outro destaque do agronegócio é seu efeito multiplicador, influenciando setores como transporte, logística, comércio varejista e indústrias de embalagens, criando uma cadeia de impactos positivos na economia. No Brasil, o setor emprega um a cada três trabalhadores,

abrangendo desde a produção agrícola até o varejo, o que reforça sua contribuição para o crescimento econômico e o PIB (Leal et al., 2024).

Estudos evidenciam a interdependência entre o PIB e o setor agrícola. Boug e Cappelen (2010) demonstraram que o crescimento econômico pode elevar a demanda por alimentos e biocombustíveis, resultando em aumentos nos preços das commodities agrícolas. Já Neto, Silva e Araújo (2021) identificaram que a soja liderou em valor de produção no estado analisado, gerando R\$ 1,2 bilhão em 2019. Tal desempenho foi impulsionado pela expansão da área cultivada, preços favoráveis no mercado internacional e oscilações positivas do PIB, bem como pela valorização cambial do dólar frente ao real.

É importante ressaltar que, como será visto adiante, o desempenho do agronegócio está sujeito a diversas variáveis, como condições climáticas, flutuações nos preços das commodities, políticas agrícolas e comerciais, bem como mudanças na demanda global por alimentos e produtos agrícolas (Dalcin, 2010). Assim, compreender a dinâmica entre o agronegócio e o PIB será fundamental para avaliar a saúde econômica de uma nação e desenvolver estratégias de crescimento econômico sustentável. Neste trabalho, essa análise será realizada de forma abrangente, considerando também outros aspectos econômicos relevantes para o setor.

2.4.2 Taxa de câmbio - P-Tax 800

A taxa de câmbio é um conceito central na economia, representando a relação entre o valor de uma moeda e outra moeda estrangeira, determinando a taxa pela qual uma moeda pode ser trocada no mercado cambial (Banco Central do Brasil, 2023). Esse indicador desempenha um papel relevante nas finanças internacionais e no comércio global, impactando tanto empresas quanto indivíduos envolvidos em transações internacionais.

A taxa de câmbio P-Tax 800, conhecida como a taxa do dólar comercial brasileiro, é amplamente utilizada como referência para o reajuste de contratos em dólar no país. Calculada pelo Banco Central do Brasil, ela reflete a média das taxas praticadas no mercado de importação e exportação no dia anterior, sendo um parâmetro fundamental para operações financeiras vinculadas ao comércio exterior.

As taxas de câmbio são influenciadas por múltiplos fatores, como taxas de juros, inflação, estabilidade política, desempenho econômico, eventos geopolíticos e intervenções governamentais, além da dinâmica de oferta e demanda por moedas estrangeiras (Junior, 1986). Essas variáveis afetam profundamente a economia de um país, influenciando a competitividade internacional, a balança comercial e a inflação. Como apontam Cavessana e Vieira (2023), uma

moeda forte torna as exportações mais caras e as importações mais acessíveis, enquanto uma moeda desvalorizada estimula a competitividade das exportações, mas eleva os custos de importação, impactando preços, margens de lucro e crescimento econômico.

A interdependência entre a taxa de câmbio e o setor agrícola é particularmente relevante em economias dependentes de commodities. Produtos agrícolas, como soja e milho, têm seus valores cotados em mercados internacionais, predominantemente em dólares americanos, e a relação cambial exerce forte influência nos resultados econômicos do setor (Haider et al., 2023). Um dólar valorizado tende a reduzir os preços das commodities no mercado interno, pressionando a receita dos agricultores e agroindústrias. Em contrapartida, uma moeda local desvalorizada torna os produtos agrícolas mais competitivos no mercado global, impulsionando as exportações e promovendo o crescimento do setor (Chan; Tse; Williams, 2011).

Por outro lado, os custos dos insumos agrícolas, frequentemente importados, também sofrem impacto direto das variações cambiais. Moraes, Bender Filho e Coronel (2016) observaram que uma oscilação de 10% na taxa de câmbio pode resultar em aumentos de 4,8% a 7% nos preços de fertilizantes e defensivos agrícolas, refletindo a sensibilidade dos custos de produção às flutuações cambiais.

Rosolen, Araújo e Lyrio (2013), ao analisarem a relação entre taxas de câmbio e preços de commodities, destacaram uma forte correlação entre as variações cambiais e os preços agrícolas em economias exportadoras de commodities, como Brasil, Austrália e Canadá. Essa conexão demonstra a importância de estratégias eficazes de gestão de riscos cambiais no agronegócio. Empresas do setor frequentemente utilizam instrumentos financeiros, como contratos futuros e opções, para proteger receitas e mitigar os impactos das oscilações cambiais, garantindo maior estabilidade em um ambiente de alta volatilidade.

2.4.3 Inflação – IPCA

A inflação é um fenômeno econômico caracterizado pelo aumento contínuo e generalizado dos preços de bens e serviços ao longo do tempo. Presente nas economias globais, influencia tanto o cotidiano das pessoas quanto as decisões econômicas. Suas causas podem incluir o crescimento da demanda por produtos e serviços, o aumento dos custos de produção – como elevação de salários e preços de matérias-primas – ou choques econômicos, como desastres naturais que afetam a oferta de produtos (IBGE, 2023).

A medição da inflação é feita por meio de índices de preços, como o Índice de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA), calculado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

(IBGE). O IPCA monitora a variação de preços de uma cesta representativa de bens e serviços consumidos por famílias com renda entre 1 e 40 salários-mínimos em várias regiões metropolitanas e municípios do Brasil. Esse indicador é amplamente utilizado para avaliar a evolução do custo de vida e orientar políticas econômicas no país.

No combate à inflação, governos e bancos centrais recorrem frequentemente a políticas monetárias e fiscais. Entre as medidas adotadas estão ajustes nas taxas de juros para moldar o consumo e os investimentos, bem como a implementação de políticas regulatórias. Por outro lado, investidores e famílias buscam proteger seu poder de compra alocando recursos em ativos que acompanham ou superam a inflação, como ações, imóveis e títulos indexados (Rodrigues, 2020).

A relação entre inflação e agronegócio é complexa, afetando várias dimensões do setor. A inflação pode elevar os custos de produção agrícola, aumentando os preços de insumos essenciais como fertilizantes, pesticidas, combustíveis e energia, o que comprime as margens de lucro das operações agrícolas (Vochozka; Janek; Rowland, 2023). Além disso, a inflação também influencia os preços das commodities agrícolas, que são negociadas em mercados internacionais. Contudo, essa relação é influenciada por outros fatores, como condições climáticas globais e oscilações na demanda internacional (Haider et al., 2023).

Outro impacto relevante ocorre por meio das taxas de juros, frequentemente elevadas pelos bancos centrais em resposta à inflação. Isso aumenta os custos de financiamento para agricultores e empresas do agronegócio, que dependem de crédito para financiar suas operações (Araújo et al., 2018). Além disso, o aumento nos preços de alimentos e produtos agrícolas pode reduzir o poder de compra das famílias, afetando os padrões de consumo e a demanda por esses produtos (Da Silva; Luiz, 1995).

Nesse contexto, a política monetária e fiscal adotada pelos governos exerce influência direta na gestão da inflação. Medidas como elevações nas taxas de juros ou ajustes fiscais podem impactar o agronegócio, afetando os custos de financiamento e a demanda por produtos agrícolas. Dessa forma, a análise da inflação e de seus efeitos no setor agrícola contribui para a compreensão dos desafios econômicos enfrentados pelo agronegócio e suas inter-relações com a economia em geral.

2.4.4 Taxa de juros básica da economia – SELIC

A Taxa SELIC (Sistema Especial de Liquidação e de Custódia) é a taxa básica de juros da economia brasileira, definida e gerida pelo Banco Central do Brasil. Ela desempenha um

papel essencial na condução da política monetária e na estabilização econômica do país (Banco Central do Brasil, 2023).

Como referência para todas as demais taxas de juros no Brasil, a SELIC influencia diretamente o custo do crédito, os investimentos, a inflação e o comportamento dos agentes econômicos, sejam indivíduos, empresas ou instituições financeiras. O Banco Central utiliza a SELIC como uma ferramenta fundamental de política monetária, ajustando-a para controlar a inflação ou estimular o crescimento econômico. Quando a taxa é elevada, o crédito se torna mais caro, o que desestimula o consumo e reduz a demanda, contribuindo para a contenção da inflação. Em contrapartida, sua redução pode tornar o crédito mais acessível, estimulando o consumo e os investimentos (Banco Central do Brasil, 2023).

Além de seus efeitos internos, a SELIC também impacta a taxa de câmbio. Taxas de juros mais altas podem atrair capital estrangeiro, valorizando a moeda local, enquanto taxas mais baixas podem levar à desvalorização cambial. Essa dinâmica é particularmente relevante em economias abertas, como a brasileira, onde o fluxo de capitais internacionais exerce influência significativa sobre a estabilidade monetária (Araújo; Caldarelli; Cortapasso, 2023).

No contexto do agronegócio, a Taxa SELIC possui implicações importantes, sobretudo no que diz respeito aos custos de financiamento. Em cenários de aumento da SELIC, as taxas de juros aplicadas a empréstimos agrícolas e financiamentos para a aquisição de insumos e equipamentos tendem a subir, elevando os custos operacionais para produtores rurais e empresas do setor (Rodrigues, 2020). Esse impacto pode limitar a capacidade de investimento e a expansão das atividades agrícolas, além de pressionar as margens de lucro.

Por outro lado, em momentos de redução da SELIC, os custos de financiamento diminuem, tornando o crédito mais acessível aos agricultores. Essa condição favorece a aquisição de novas tecnologias, a expansão das operações e o aprimoramento da infraestrutura agrícola. Como o acesso ao crédito é um fator essencial para o funcionamento do agronegócio, uma SELIC mais baixa facilita o financiamento de safras e projetos de longo prazo, promovendo o desenvolvimento do setor (Rodrigues, 2020).

Assim, a Taxa SELIC exerce influência no equilíbrio entre inflação, crescimento econômico e sustentabilidade financeira no agronegócio, impactando as decisões estratégicas de produtores rurais e empresas do setor.

2.4.5 Risco país

O risco país, calculado pela JP Morgan Chase e representado pelo EMBI+Brasil (*Emerging Markets Bond Index Plus*), é um conceito central no âmbito das finanças e da economia global. Ele reflete a avaliação do risco enfrentado por investidores ao aplicar recursos em títulos de dívida emitidos por um determinado país (Coraccini, 2021). Em essência, o risco país mede a probabilidade de inadimplência do emissor, indicando a capacidade do governo de cumprir suas obrigações financeiras e o potencial de perdas para os investidores.

Diversos fatores econômicos, políticos e financeiros influenciam o risco país. Segundo Henrique e Constantino (2023), um dos determinantes mais importantes é a situação econômica do país, analisando-se indicadores como o Produto Interno Bruto (PIB), a inflação, o desemprego e o crescimento econômico. Economias estáveis e em expansão são consideradas menos arriscadas, já que tendem a ter maior capacidade de honrar compromissos financeiros.

Outro aspecto relevante é a política fiscal, pois altos níveis de endividamento e déficits fiscais elevados aumentam o risco país. Adebayo et al. (2023) destacam que a capacidade de um governo de gerenciar suas finanças de forma eficaz é determinante na avaliação desse indicador, enquanto déficits persistentes e crescimento descontrolado da dívida pública elevam significativamente o risco.

Além disso, a estabilidade política desempenha um papel central na determinação do risco país. Países com instituições sólidas, governança estável e sistemas democráticos são vistos como mais confiáveis para investidores, apresentando, portanto, um menor risco de inadimplência (Henrique; Constantino, 2023). Em contrapartida, instabilidades políticas, mudanças abruptas na legislação e conflitos internos aumentam a percepção de risco, encarecendo o crédito e dificultando a atração de investimentos externos.

No contexto do agronegócio brasileiro, a relação entre o risco país e o setor é de grande relevância. O setor agropecuário é altamente dependente de financiamento para custear insumos, infraestrutura e tecnologia. Quando o risco país aumenta, as taxas de juros também tendem a subir, elevando o custo do crédito e impactando diretamente os custos operacionais dos produtores rurais e das empresas agroindustriais. Essa elevação nos custos pode reduzir a rentabilidade e limitar a capacidade de investimento em modernização e expansão.

A importância do risco país para o agronegócio brasileiro pode ser reforçada a partir de estudos anteriores que analisam variáveis econômicas com impacto semelhante no setor. Arruda (2008) demonstrou que a taxa de juros influencia diretamente os custos

financeiros da produção agrícola. Como o risco país afeta diretamente a percepção dos investidores e, consequentemente, as taxas de juros do país, sua elevação pode aumentar os custos de financiamento para o setor agrícola, encarecendo a produção e reduzindo a competitividade dos produtores no mercado global.

De maneira complementar, Rosolen, Araújo e Lyrio (2013) apontaram que oscilações cambiais impactam os preços agrícolas e a percepção de risco dos investidores. Como o risco país é um dos fatores que influenciam a volatilidade cambial, sua variação pode tornar o ambiente financeiro mais instável para o agronegócio, afetando tanto a previsibilidade dos preços das commodities quanto a atratividade dos investimentos no setor.

Além disso, Bredow et al. (2016) analisaram o impacto dos fluxos financeiros internacionais sobre o mercado de commodities e destacaram que a percepção de risco sobre um país influencia diretamente a entrada e saída de capitais externos. Como o Brasil depende de investimentos estrangeiros para financiar grande parte da produção agrícola, um aumento no risco país pode reduzir esses fluxos de capital, dificultando o acesso ao crédito e impactando o crescimento do setor.

No contexto específico das commodities agrícolas, Borges Junior (2024) investigou a relação entre variáveis econômicas e os preços do café no Brasil, identificando que o risco país está entre os fatores que afetam diretamente a precificação das commodities. O estudo sugere que, em momentos de alta no risco país, há um aumento na volatilidade dos mercados agrícolas, o que pode resultar em custos mais elevados para os produtores e menor previsibilidade nos preços de exportação.

Dessa forma, a inclusão do risco país nesta pesquisa se justifica por sua influência sobre o custo do financiamento agrícola, a volatilidade cambial e a atratividade de investimentos estrangeiros no setor. Monitorar esse indicador permite compreender melhor os impactos macroeconômicos sobre o agronegócio, garantindo uma análise mais ampla das condições financeiras e da competitividade do setor no cenário internacional.

2.5 Estudos anteriores

A literatura sobre a formação de preços e custos das commodities agrícolas apresenta um panorama abrangente das interações entre variáveis econômicas, setoriais e estratégicas que afetam esses mercados. Diversos estudos destacam a influência da taxa de câmbio, das políticas monetárias e da demanda global na definição dos preços e na competitividade internacional do setor.

Souza et al. (2007) analisaram as receitas de exportação da soja brasileira entre 1994 e 2005 e identificaram que, mesmo diante de um cenário adverso de valorização cambial e queda nos preços internacionais, a quantidade exportada continuou a crescer. Esse crescimento foi impulsionado por políticas cambiais adaptativas no contexto do Plano Real e pela expansão da produção, fatores que contribuíram para a resiliência da soja brasileira no mercado internacional.

Arruda (2008) complementou essa análise ao investigar o impacto das variáveis econômicas nos preços das commodities agrícolas. O autor concluiu que a taxa de câmbio constitui o principal determinante dos preços de exportação desses produtos, enquanto a taxa de juros influencia diretamente os custos financeiros e de armazenamento. Dessa forma, a valorização do real reduz a competitividade das exportações, ao passo que a elevação dos juros encarece a produção, comprometendo a lucratividade dos produtores.

A relevância da taxa de câmbio para a competitividade do agronegócio brasileiro também foi destacada por Nakabashi, Cruz e Scatolin (2008), que demonstraram que a variação cambial exerce efeitos expressivos sobre a inserção dos produtos agrícolas no mercado global. Segundo os autores, períodos de valorização do real dificultam a exportação de produtos agrícolas ao encarecerem os preços em dólar, reduzindo a atratividade do Brasil no cenário internacional. Essa influência da taxa de câmbio não se limita à exportação, mas se estende também à estrutura de custos do setor agrícola, impactando diretamente a rentabilidade dos produtores e a formação dos preços internos.

Essa influência nos custos de produção foi evidenciada por Schultz e Brandt (2008), que investigaram os determinantes dos custos de insumos no Rio Grande do Sul. Os pesquisadores concluíram que a dependência de insumos importados, como fertilizantes e defensivos agrícolas, torna a taxa de câmbio um fator central na composição dos custos de produção. Assim, períodos de valorização do real reduzem o preço dos insumos importados, favorecendo os produtores, enquanto desvalorizações cambiais aumentam os custos, pressionando a rentabilidade da atividade agrícola. Além disso, apontam que variações cambiais não afetam apenas os custos diretos, mas também o crédito rural e os investimentos em tecnologia agrícola.

No mesmo sentido, Sonaglio, Zamberlam e Bender Filho (2011) analisaram as exportações de soja e carnes in natura entre 2005 e 2009, constatando que a desvalorização cambial favorece o setor exportador ao aumentar a competitividade dos produtos brasileiros. Entretanto, os autores ressaltam que o desempenho dessas exportações depende não apenas da taxa de câmbio, mas também da demanda internacional e das políticas comerciais adotadas pelos países importadores.

Caldarelli e Bacchi (2012) analisaram a interação entre os mercados de milho e soja, destacando a relação de complementaridade na oferta e a possibilidade de substituição na demanda. Eles demonstraram que a dinâmica de preços dessas commodities está fortemente interligada, uma vez que ambas compartilham fatores produtivos semelhantes e concorrem por espaço na mesma área cultivável. Além disso, o estudo reforça que oscilações na taxa de câmbio afetam o comportamento dos produtores na escolha entre milho e soja, alterando a composição da produção nacional e influenciando o abastecimento do mercado interno e externo.

Rosolen, Araújo e Lyrio (2013) ampliaram essa discussão ao investigar a dinâmica cambial em países como Brasil, Canadá e Austrália. Como resultado, verificaram que as oscilações cambiais impactam os preços agrícolas de maneira persistente, influenciando a percepção de risco dos investidores e alterando as expectativas de mercado.

De modo complementar, Bredow et al. (2016) analisaram o ciclo de alta nos preços das commodities entre 2002 e 2014 e concluíram que a expansão das exportações e os fluxos financeiros internacionais foram fundamentais para a valorização dos produtos agrícolas nesse período. O aumento da demanda global e a elevação dos preços contribuíram significativamente para a sustentação da economia brasileira, evidenciando a relevância das commodities como fator de crescimento econômico.

Stockl, Moreira e Giuberti (2017) aprofundaram essa questão ao analisar o impacto dos preços das commodities sobre a inflação no Brasil. Os autores destacaram o papel da taxa de câmbio como um amortecedor das pressões inflacionárias, reforçando sua relevância para a economia nacional, de modo que em momentos de forte desvalorização cambial, os impactos são sentidos especialmente por meio do repasse de custos aos preços dos alimentos e insumos agrícolas. A pesquisa sugere que uma política cambial estável pode contribuir para a previsibilidade dos preços das commodities, reduzindo o impacto inflacionário e proporcionando maior segurança para os produtores e consumidores.

No contexto específico da soja, Braga e Oliveira (2018) investigaram as exportações do grão entre 2000 e 2015 e identificaram que a renda mundial é o principal determinante das oscilações no setor, embora a taxa de câmbio também exerça influência relevante. No entanto, o estudo apontou que o comportamento da taxa de câmbio nem sempre segue um padrão previsível, sugerindo a presença de fatores estruturais e institucionais que moldam a dinâmica do mercado de soja.

Copetti e Coronel (2020) avançaram nessa linha de pesquisa ao examinar o *pass-through* cambial nos preços da soja brasileira, verificando que esse repasse é incompleto devido a restrições estruturais do mercado. Segundo os autores, a elasticidade-preço da demanda e a

influência de grandes players no comércio global limitam o impacto direto das variações cambiais sobre os preços de exportação da soja.

A volatilidade dos preços do café na Etiópia foi analisada por Abebe (2020), que utilizou o modelo GARCH-MIDAS para decompor a variância condicional em componentes de curto e longo prazo. O autor verificou que os preços do café são altamente voláteis e que essa volatilidade está fortemente relacionada a choques macroeconômicos e à oferta monetária. Além disso, o estudo indicou que fatores externos, como oscilações cambiais e variações na demanda global, amplificam essa instabilidade. O impacto da volatilidade afeta tanto os produtores quanto os exportadores, influenciando a renda agrícola e a competitividade do café etíope no mercado internacional.

Rodrigues e Mattos (2021) analisaram a relação entre política monetária e os preços de diversas commodities brasileiras, incluindo soja, milho, café, açúcar, minério de ferro, petróleo, boi gordo e frango. O estudo revelou que a taxa real de juros tem uma relação inversa com os preços das commodities, e os impactos dos choques monetários se manifestam até o terceiro mês, com maior intensidade por volta do quinto mês.

Ephrem (2021) investigou os fatores macroeconômicos que afetam os preços de exportação do café etíope e verificou que a inflação, a taxa de câmbio e o crescimento do PIB dos países importadores exercem impacto positivo sobre os preços do café, enquanto os termos de troca e a oferta global da commodity influenciam negativamente. O estudo também destacou que variações na demanda internacional podem intensificar essas oscilações, tornando os preços mais sensíveis a crises econômicas e políticas comerciais. Além disso, o autor apontou que a instabilidade cambial pode gerar incertezas para exportadores, afetando os contratos e a previsibilidade da receita do setor cafeeiro.

Florêncio e Melo (2022) investigaram o papel da taxa de câmbio na determinação dos preços e da quantidade exportada de milho brasileiro. Utilizando um modelo econométrico de vetores autorregressivos (VAR), os autores verificaram que a taxa de câmbio influencia positivamente os preços e a quantidade exportada. No entanto, seu poder explicativo é relativamente baixo, indicando que outros fatores estruturais do mercado de milho desempenham um papel mais determinante.

Perales e Martínez (2022) avaliaram o impacto da volatilidade da taxa de câmbio sobre o comércio agrícola entre Estados Unidos e México, com foco no milho e no trigo. O estudo demonstrou que a volatilidade cambial não tem efeito estatisticamente significativo nos preços à vista dessas commodities, mas afeta os preços dos contratos futuros de milho, sugerindo que

as flutuações cambiais influenciam mais as expectativas do mercado do que os preços de curto prazo.

A volatilidade cambial e sua influência sobre os mercados agrícolas também foram analisadas por Cavessana e Vieira (2023), que investigaram os termos de troca e a resiliência dos países latino-americanos diante de choques cambiais. Os autores concluíram que a volatilidade cambial reduz as exportações ao aumentar a incerteza para os exportadores, mas destacaram que o Brasil apresenta uma adaptação mais rápida ao equilíbrio de longo prazo, diferentemente de países como Argentina e México, que enfrentam dificuldades prolongadas para absorver os efeitos dessas oscilações.

No contexto brasileiro, Freitas (2023) analisou a correlação entre os preços do café arábica e a taxa de câmbio BRL/USD, concluindo que períodos de estresse econômico acentuam os impactos da volatilidade cambial sobre os preços da commodity. Esse estudo reforça a interdependência entre o setor agrícola e os mercados financeiros, apontando que variações nas condições econômicas podem gerar efeitos significativos sobre a precificação das commodities.

Com um foco semelhante, Borges Junior (2024) investigou a relação entre variáveis econômicas e os custos e preços do café commodity nas principais cidades produtoras do Brasil. O estudo identificou que fatores como PIB, inflação, taxa de juros, taxa de câmbio e risco país influenciam significativamente os preços do café. Ademais, constatou-se que os principais componentes dos custos de produção da commodity são mão de obra, fertilizantes e defensivos agrícolas, que representam mais de 50% dos custos totais.

Para consolidar as principais contribuições da literatura revisada, o Quadro 2 apresenta um resumo dos estudos analisados, sintetizando seus principais achados e as commodities abordadas. Essa sistematização permite uma visão objetiva sobre os impactos das variáveis econômicas nos preços e custos das commodities agrícolas, destacando, principalmente, a influência da taxa de câmbio, da política monetária e da demanda global na competitividade do setor.

Quadro 2: Resumo achados dos estudos anteriores

Autor (Ano)	Principais achados	Commodity Analisada
Souza et al. (2007)	Exportações cresceram apesar do câmbio adverso.	Soja
Arruda (2008)	Taxa de câmbio determina preços de exportação.	Commodities agrícolas gerais
Nakabashi, Cruz e Scatolin (2008)	Valorização do real reduz competitividade.	Commodities agrícolas gerais
Schultz e Brandt (2008)	Câmbio afeta custos de insumos agrícolas.	Soja

Sonaglio, Zamberlam e Bender Filho (2011)	Desvalorização cambial favorece exportações.	Soja e carnes in natura
Caldarelli e Bacchi (2012)	Interação entre os mercados de milho e soja, com complementaridade na oferta e substituição na demanda.	Milho e soja
Rosolen, Araújo e Lyrio (2013)	Oscilações cambiais impactam preços no longo prazo.	Commodities agrícolas gerais
Bredow et al. (2016)	Expansão das exportações e fluxos financeiros sustentaram economia.	Commodities agrícolas gerais
Stockl, Moreira e Giuberti (2017)	Câmbio funciona como amortecedor da inflação.	Commodities agrícolas gerais
Braga e Oliveira (2018)	Renda mundial influencia mais do que a taxa de câmbio.	Soja
Copetti e Coronel (2020)	Pass-through cambial nos preços da soja é incompleto.	Soja
Abebe (2020)	Volatilidade reflete choques macroeconômicos e oferta monetária.	Café
Rodrigues e Mattos (2021)	Política monetária impacta preços de várias commodities.	Soja, milho, café, açúcar, petróleo e carne
Ephrem (2021)	Inflação, câmbio e PIB dos importadores elevam preços.	Café
Florêncio e Melo (2022)	Câmbio influencia preços e exportação de milho, mas com efeito limitado.	Milho
Perales e Martínez (2022)	Volatilidade cambial impacta contratos futuros mais que preços à vista.	Milho e trigo
Cavessana e Vieira (2023)	Volatilidade reduz exportações, Brasil se adapta melhor.	Commodities agrícolas gerais
Freitas (2023)	Câmbio influencia mercados correlatos e volatilidade do café.	Café
Borges Junior (2024)	PIB, câmbio e juros definem custos e preços do café.	Café

Fonte: Elaborado pelo autor.

Dessa forma, a literatura revisada evidencia a complexidade dos mecanismos de formação de preços das commodities agrícolas, destacando a relevância de fatores como taxa de câmbio, política monetária, renda mundial e dinâmica da demanda global na determinação dos custos e preços desses produtos. No caso da soja, observa-se que a relação entre câmbio e preços é influenciada por múltiplos fatores, incluindo a estrutura de mercado, as políticas comerciais dos países importadores e a competitividade internacional do setor, reforçando a necessidade de uma abordagem abrangente para compreender a precificação dessa commodity.

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A presente pesquisa se caracteriza como de natureza descritiva, conforme Gil (2002) explica, uma vez que tem como propósito a análise minuciosa das características de uma dada população ou fenômeno, estabelecendo conexões entre as variáveis envolvidas. No que tange à abordagem do problema, está fundamentada em uma pesquisa quantitativa, como indicado por Richardson (1999), uma vez que emprega métodos de quantificação, tanto na coleta dos dados como no subsequente tratamento das informações coletadas, utilizando ferramentas estatísticas. Isso se dá porque a pesquisa está intrinsecamente vinculada ao cálculo e à mensuração de indicadores que contribuem para a compreensão e interpretação do tópico sob análise.

Para a análise dos dados, utilizou-se o software Stata para a implementação dos modelos de dados em painel, possibilitando a avaliação das variáveis ao longo do tempo e entre diferentes regiões produtoras de soja. O software permitiu a aplicação dos testes de diagnóstico, a estimação dos coeficientes das variáveis explicativas e a verificação das suposições dos modelos de regressão, como homoscedasticidade e normalidade dos resíduos. Também foram executados os testes de Chow, Breusch-Pagan e Hausman, essenciais para a escolha do modelo de regressão mais adequado.

3.1 Base de dados

A base de dados para conduzir esta pesquisa se fundamenta na análise de informações obtidas a partir da Companhia Nacional de Abastecimento (Conab), que fornece informações detalhadas e atualizadas sobre a produção agrícola nacional, realizando levantamentos de previsão de safras, custos de produção, armazenagem, posicionamento de estoques e indicadores de mercado, além de conduzir estudos técnicos que viabilizam a análise do panorama de oferta e demanda, estabelecendo-se como uma valiosa fonte de dados e informações. Assim, no decorrer desta pesquisa, foi feito o uso de tabelas de dados, resumos e boletins que abrangem avaliações da produção de soja ao longo do período de 2014 a 2023, abordando aspectos como custos e preços, que constituem as variáveis dependentes de interesse.

Para coletar informações sobre as variáveis independentes, foram consultadas fontes distintas. O Produto Interno Bruto (PIB) e o Índice de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA) são disponíveis para consulta no site do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Quanto à Taxa de Juros (SELIC), os dados foram obtidos diretamente do Banco Central e/ou do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA). Adicionalmente, as informações sobre o

Risco País e a taxa de câmbio (dólar) são acessíveis no Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA).

Foi utilizada uma base histórica de 10 anos, compreendendo o período de 2014 a 2023, para garantir a robustez e a consistência dos dados analisados. Ao abranger diferentes cenários econômicos, políticas governamentais e condições climáticas, proporcionando uma visão holística dos fatores que influenciam o agronegócio, o horizonte temporal de uma década é considerado aqui suficiente para capturar as variações cíclicas e estruturais do setor agrícola, além de permitir uma análise mais precisa das tendências de longo prazo e dos impactos das variáveis econômicas sobre os custos e preços da soja.

Os municípios foram selecionados com base na disponibilidade de dados oferecidos pela Companhia Nacional de Abastecimento (Conab), garantindo maior robustez às análises realizadas e a confiabilidade das informações utilizadas. O critério adotado para a composição da amostra foi a inclusão de municípios que atendessem a dois requisitos: possuir um mínimo de 10 anos de produção registrada e apresentar produção contínua até 2023. Esses critérios foram estabelecidos com o objetivo de assegurar que os dados utilizados fossem consistentes e representativos, eliminando municípios com registros fragmentados ou interrupções na produção, o que poderia comprometer a análise.

Além disso, foi dada atenção à representatividade geográfica da amostra. Os municípios selecionados abrangem as principais regiões produtoras de soja no Brasil, garantindo uma cobertura diversificada em termos de localização e características climáticas e agronômicas. A amostra inclui tanto municípios com cultivo de soja OGM quanto municípios com cultivo convencional, refletindo as diferenças nas práticas agrícolas e no contexto produtivo entre esses dois tipos de cultivo.

Assim, os 12 municípios que compõem a amostra atendem não apenas aos critérios de consistência e continuidade da produção, mas também à necessidade de capturar a heterogeneidade das condições de produção no Brasil. Os municípios selecionados e seus respectivos tipos de cultivo estão listados no Quadro 3:

Quadro 3: Municípios que compõe a amostra de pesquisa.

Município	Tipo de cultivo
Barreiras (BA)	Convencional
Brasília (DF)	Convencional
Cristalina (GO)	Convencional
Rio Verde (GO)	Convencional
Balsas (MA)	Convencional
Unai (MG)	Convencional
Cruz Alta (RS)	Convencional
São Luiz Gonzaga (RS)	Convencional

Primavera do Leste (MT)	OGM
Sorriso (MT)	OGM
Campo Mourão (PR)	OGM
Londrina (PR)	OGM

Fonte: Elaborado pelo autor.

Essa seleção reflete não apenas a distribuição geográfica da produção de soja no Brasil, mas também a continuidade produtiva e a solidez dos registros históricos disponíveis. Isso proporciona uma base confiável para análises econométricas, permitindo capturar tanto variações temporais quanto estruturais nos custos e preços da soja.

3.1.1 Variáveis Econômicas

As variáveis econômicas selecionadas para esta pesquisa foram fundamentadas na literatura acadêmica e em análises que destacam sua relevância para o agronegócio, especialmente na produção de soja. Essas variáveis são: Produto Interno Bruto (PIB), Taxa de Câmbio (P-Tax 800), Inflação (IPCA), Taxa SELIC e Risco País. Cada uma foi escolhida por sua capacidade de capturar aspectos macroeconômicos que impactam diretamente os custos de produção e a formação de preços da soja, tanto na sua forma convencional quanto OGM.

A fundamentação teórica das variáveis econômicas utilizadas neste estudo está apresentada no Quadro 4, que relaciona cada variável aos autores que justificam sua inclusão, além de sintetizar sua influência esperada sobre os preços e custos das commodities agrícolas. Essa sistematização permite compreender como fatores como PIB, taxa de câmbio, inflação, juros e risco país afetam a competitividade do setor, auxiliando na interpretação dos resultados desta pesquisa.

Quadro 4: Variáveis econômicas e fundamentação teórica.

Variável Econômica	Autores	Influência Esperada
Produto Interno Bruto (PIB)	Souza et al. (2007), Boug e Cappelen (2010), Dalcin (2010), Neto, Silva e Araújo (2021), Leal et al., 2024	Crescimento econômico impulsiona demanda e preços das commodities.
Taxa de Câmbio (P-Tax 800)	Souza et al. (2007), Nakabashi, Cruz e Scatolin (2008), Arruda (2008), Sonaglio, Zamberlam e Bender Filho (2011), Rosolen, Araújo e Lyrio (2013), Moraes, Bender Filho e Coronel (2016), Copetti e Coronel (2020), Cavessana e Vieira (2023), Braga e Oliveira (2018)	Desvalorização do real favorece exportações, mas eleva custos de insumos importados.
Inflação (IPCA)	Da Silva e Luiz (1995), Rodrigues (2020), Araújo et al. (2018), Vochozka, Janek e Rowland (2023)	Aumento da inflação reduz poder de compra e pode pressionar preços de commodities.
Taxa SELIC	Rodrigues (2020), Araújo, Caldarelli e Cortapasso (2023)	Juros elevados encarecem crédito agrícola e reduzem investimentos no setor.

Risco País	Schultz e Brandt (2008), Bredow et al. (2016)	Maior risco país reduz investimentos e eleva custos financeiros na produção agrícola.
------------	---	---

Fonte: Elaborado pelo autor.

A análise dessas variáveis econômicas, utilizadas como variáveis independentes, fundamenta a compreensão das relações entre o ambiente macroeconômico e os custos de produção agrícola. Elas são essenciais para identificar padrões amplos e impactos sistêmicos no setor, fornecendo uma base sólida para o modelo proposto. No próximo tópico, serão apresentadas as variáveis dependentes, que detalham a composição dos custos de produção agrícola.

3.1.2 Variáveis de Custo

As variáveis dependentes deste estudo correspondem às contas de custo de produção utilizadas pela Conab. Representando os elementos que compõem os custos agrícolas, essas variáveis permitem uma análise detalhada e objetiva das despesas associadas à produção. A seguir, o Quadro 5 apresenta a definição e composição de cada uma dessas variáveis:

Quadro 5: Composição das variáveis de custo utilizadas no estudo.

Variável de Custo	Descrição
Tratores e Colheitadeiras	Engloba os custos de aquisição, manutenção preventiva e corretiva, operação (combustível e lubrificantes) e depreciação de tratores e colheitadeiras utilizadas no cultivo.
Mão de Obra	Inclui salários, encargos sociais e benefícios pagos a trabalhadores contratados para operações agrícolas, como plantio, tratos culturais e colheita.
Administrador	Remuneração do responsável pela gestão da unidade produtiva, podendo variar de acordo com o salário-mínimo ou faixas salariais regionais.
Sementes	Custo das sementes utilizadas no plantio, considerando variedades convencionais e OGM, além de possíveis royalties e taxas tecnológicas.
Fertilizantes	Custos de aquisição de insumos químicos (NPK, calcário, gesso, micronutrientes) ou orgânicos, utilizados para correção e enriquecimento do solo.
Defensivos agrícolas	Despesas com defensivos agrícolas, incluindo inseticidas, fungicidas e herbicidas para controle de pragas, doenças e plantas daninhas.
Despesas de Armazenagem	Custos com estocagem do produto após a colheita, incluindo taxas de recepção, secagem, expedição e aluguel de silos ou armazéns de terceiros.
Assistência Técnica	Gastos com consultoria especializada para orientação no manejo, práticas agrícolas, tecnologia aplicada e demais serviços de suporte à produção.
CESSR	Tributo obrigatório calculado sobre a receita bruta da comercialização da produção agrícola, conforme legislação vigente.
Depreciação de Benfeitorias/Instalações	Perda de valor de construções e estruturas fixas na propriedade (galpões, silos, currais, cercas), devido ao uso e ao tempo.
Depreciação de Implementos	Redução do valor de implementos agrícolas (plantadeiras, pulverizadores, grades, arados) ao longo de sua vida útil.
Depreciação de Máquinas	Perda de valor das máquinas agrícolas, considerando sua vida útil estimada e valor residual, como colheitadeiras, tratores e equipamentos mecanizados.
Custo Total	Montante consolidado de todas as despesas fixas e variáveis, refletindo o custo total da produção por safra ou ciclo produtivo.

Fonte: Manual de Levantamento de Custos de Produção, Conab (2021).

A sistematização das variáveis dependentes apresentada oferece uma visão ampla e detalhada das despesas agrícolas. Essa estrutura complementa a análise das variáveis econômicas, criando um modelo integrado e abrangente. Dessa forma, é possível investigar como os fatores macroeconômicos influenciam diretamente os custos agrícolas, possibilitando análises robustas e direcionadas.

3.2 Métodos de análise

A análise dos dados foi conduzida em duas etapas principais: análise descritiva e regressões com dados em painel.

A análise descritiva explorou as medidas de tendência central (média, mediana) e de dispersão (desvio padrão e amplitude), proporcionando uma visão geral do comportamento das variáveis e permitindo a identificação de possíveis outliers. Essa etapa foi fundamental para garantir a qualidade dos dados, evitando distorções nas análises posteriores, e orientou a seleção de estratégias metodológicas apropriadas.

Na sequência, para as regressões, foi adotado o modelo de dados em painel, que combina características de séries temporais e dados de corte transversal. Esse modelo é especialmente útil para captar a heterogeneidade não observada entre diferentes regiões produtoras ao longo do tempo, permitindo controlar fatores específicos que possam influenciar os custos e os preços. Modelos separados foram ajustados para as variáveis dependentes custo total e preço de venda da soja. Adicionalmente, as análises consideraram os subgrupos de cultivo (OGM e convencional), permitindo uma avaliação comparativa entre os tipos de cultivo e suas respectivas dinâmicas econômicas.

Três abordagens metodológicas foram avaliadas no ajuste dos modelos de dados em painel: pooled OLS, efeitos fixos e efeitos aleatórios. A escolha do modelo final para cada variável dependente foi embasada em testes de diagnóstico e especificação, como os testes de Chow, Hausman e Breusch-Pagan. Esses procedimentos garantiram que a seleção dos modelos fosse fundamentada em critérios estatísticos robustos e alinhada aos objetivos do estudo, proporcionando resultados confiáveis e relevantes.

3.3 Modelos de regressão

Os modelos de regressão utilizados neste estudo foram desenvolvidos com base na literatura acadêmica e em princípios econométricos amplamente reconhecidos. A formulação

segue o modelo de regressão linear com dados em painel, que combina elementos de séries temporais e de corte transversal, permitindo a análise das variações entre diferentes regiões produtoras de soja ao longo do tempo

Matematicamente, os modelos seguem a estrutura de uma regressão linear múltipla, representada pela equação geral:

$$Y_{it} = \beta_0 + \beta_1 X_{1it} + \beta_2 X_{2it} + \dots + \beta_k X_{kit} + u_i + \epsilon_{it}$$

Onde:

- Y_{it} : variável dependente (custo ou preço) no município i no período t ;
- β_0 : intercepto do modelo;
- β_k : coeficientes das variáveis independentes X_{kit} , representando o comportamento dessas variáveis em relação a Y_{it} ;
- u_i : efeito específico não observado do município i , que pode ser tratado como fixo ou aleatório;
- ϵ_{it} : termo de erro, capturando as variações não explicadas pelo modelo.

A escolha dessa estrutura permite controlar heterogeneidades não observadas entre os municípios e explorar a variabilidade temporal e espacial dos dados. A especificação dos modelos foi orientada por estudos anteriores, como Rosolen, Araújo e Lyrio (2013), Serigati (2013) e Rodrigues (2020), que adotaram abordagens semelhantes para analisar o comportamento econômico no setor agrícola.

As equações foram formuladas para incluir as variáveis econômicas selecionadas — PIB, taxa de câmbio, IPCA, taxa Selic e risco país — como determinantes das variáveis independentes ou regressoras. As variáveis dependentes analisadas no estudo incluem tratores e colheitadeiras, mão de obra, administrador, sementes, fertilizantes, defensivos agrícolas, despesas de armazenagem, assistência técnica, CESSR, depreciação de benfeitorias/instalações, depreciação de implementos, depreciação de máquinas e custo total.

A modelagem segue os padrões metodológicos estabelecidos por Greene (2018) e Wooldridge (2010) para análise de dados em painel, garantindo consistência estatística e validade dos resultados. Dessa forma, os modelos permitem examinar as relações entre variáveis econômicas e os custos de produção, bem como os preços da soja, considerando a diferenciação entre os tipos de cultivo (OGM e convencional).

O Quadro 6 apresenta as formulações dos modelos de regressão utilizados, detalhando a incorporação das variáveis explicativas para análise dos diferentes componentes de custo e do

preço de venda. Essas especificações permitem isolar o comportamento das variáveis econômicas sobre os custos e preços da soja, considerando variações regionais e temporais.

Quadro 6: Modelos de regressão para custos e preços da produção de soja.

Variável Dependente	Modelo de regressão
Tratores e Colheitadeiras _{it}	$\beta_0 + \beta_1 PIB + \beta_2 TC + \beta_3 IPC + \beta_4 SEL + \beta_5 RP + u_i + \epsilon_{it}$
Mão de Obra _{it}	$\beta_0 + \beta_1 PIB + \beta_2 TC + \beta_3 IPC + \beta_4 SEL + \beta_5 RP + u_i + \epsilon_{it}$
Administrador _{it}	$\beta_0 + \beta_1 PIB + \beta_2 TC + \beta_3 IPC + \beta_4 SEL + \beta_5 RP + u_i + \epsilon_{it}$
Sementes _{it}	$\beta_0 + \beta_1 PIB + \beta_2 TC + \beta_3 IPC + \beta_4 SEL + \beta_5 RP + u_i + \epsilon_{it}$
Fertilizantes _{it}	$\beta_0 + \beta_1 PIB + \beta_2 TC + \beta_3 IPC + \beta_4 SEL + \beta_5 RP + u_i + \epsilon_{it}$
Defensivos agrícolas _{it}	$\beta_0 + \beta_1 PIB + \beta_2 TC + \beta_3 IPC + \beta_4 SEL + \beta_5 RP + u_i + \epsilon_{it}$
Despesas de armazenagem _{it}	$\beta_0 + \beta_1 PIB + \beta_2 TC + \beta_3 IPC + \beta_4 SEL + \beta_5 RP + u_i + \epsilon_{it}$
Assistência Técnica _{it}	$\beta_0 + \beta_1 PIB + \beta_2 TC + \beta_3 IPC + \beta_4 SEL + \beta_5 RP + u_i + \epsilon_{it}$
CESSR _{it}	$\beta_0 + \beta_1 PIB + \beta_2 TC + \beta_3 IPC + \beta_4 SEL + \beta_5 RP + u_i + \epsilon_{it}$
Depreciação de benfeitorias/instalações _{it}	$\beta_0 + \beta_1 PIB + \beta_2 TC + \beta_3 IPC + \beta_4 SEL + \beta_5 RP + u_i + \epsilon_{it}$
Depreciação de implementos _{it}	$\beta_0 + \beta_1 PIB + \beta_2 TC + \beta_3 IPC + \beta_4 SEL + \beta_5 RP + u_i + \epsilon_{it}$
Depreciação de Máquinas _{it}	$\beta_0 + \beta_1 PIB + \beta_2 TC + \beta_3 IPC + \beta_4 SEL + \beta_5 RP + u_i + \epsilon_{it}$
Custo total _{it}	$\beta_0 + \beta_1 PIB + \beta_2 TC + \beta_3 IPC + \beta_4 SEL + \beta_5 RP + u_i + \epsilon_{it}$
Preço de Venda _{it}	$\beta_0 + \beta_1 PIB + \beta_2 TC + \beta_3 IPC + \beta_4 SEL + \beta_5 RP + u_i + \epsilon_{it}$

Fonte: Elaborado pelo autor.

Legenda: PIB (Produto Interno Bruto), TC (Taxa de Câmbio), IPC (Índice de Preços ao Consumidor Amplo), SEL (Taxa SELIC), RP (Risco País), u_i (efeito específico não observado) e ϵ_{it} (termo de erro).

Os coeficientes foram padronizados para permitir comparações diretas entre as variáveis explicativas, facilitando a interpretação dos resultados e assegurando que diferenças nas unidades de medida não comprometam a análise. Essa abordagem integrada permite avaliar os impactos das variáveis econômicas sobre os custos totais, preços de venda e principais componentes de custo da produção de soja.

3.4 Testes de Diagnóstico

Os modelos ajustados foram submetidos a uma série de testes de diagnóstico para validar suas especificações e garantir a robustez das análises. Esses testes desempenharam um papel fundamental na escolha do modelo mais adequado para a análise de dados, considerando as características específicas de cada variável e sua relação com as unidades da amostra.

O Teste de Hausman foi empregado para comparar os modelos de efeitos fixos e aleatórios. Esse teste avalia se os efeitos individuais não observados (como diferenças regionais ou características específicas das unidades) são correlacionados com as variáveis explicativas do modelo. Quando o p-valor é alto ($p > 0,05$), aceita-se a hipótese nula de que os efeitos aleatórios são consistentes, sugerindo que as diferenças entre as unidades podem ser tratadas como variações aleatórias. No entanto, quando o p-valor é baixo ($p \leq 0,05$), rejeita-se a hipótese nula, indicando que as diferenças entre as unidades estão correlacionadas com as variáveis explicativas, sendo mais apropriado o uso de um modelo de efeitos fixos.

O Teste de Chow foi utilizado para avaliar se o modelo pooled, que trata todas as unidades da amostra como homogêneas, é adequado. Quando o p-valor do teste é alto ($p > 0,05$), assume-se que as diferenças entre as unidades não são significativas, permitindo o uso do modelo pooled. Por outro lado, quando o p-valor é baixo ($p \leq 0,05$), as diferenças entre as unidades são significativas, indicando a necessidade de modelos mais complexos, como os de efeitos fixos ou aleatórios.

O Teste de Breusch-Pagan investigou a presença de heterocedasticidade, ou seja, a variabilidade inconsistente nos resíduos do modelo. Quando o p-valor é alto ($p > 0,05$), assume-se homoscedasticidade, ou seja, a variância dos resíduos é constante, permitindo o uso de modelos pooled. Porém, quando o p-valor é baixo ($p \leq 0,05$), indica-se heterocedasticidade, sugerindo o uso de estimadores robustos ou modelos de efeitos aleatórios.

A tabela abaixo sintetiza os resultados obtidos para cada variável:

Tabela 1: Resultados dos Testes de Diagnóstico.

Variável	Tipo	Teste Hausman (p-valor)	Teste Chow (p-valor)	Teste Breusch-Pagan (p-valor)	Modelo Adequado
Tratores e colheitadeiras	Convencional	0,98	0,0002	0,0000	Fixo
	OGM	0,98	0,0000	0,0000	Fixo
Mão de obra	Convencional	0,98	0,0031	0,0005	Fixo
	OGM	0,98	0,0026	0,0863	Aleatório
Administrador	Convencional	0,98	0,0000	0,0000	Fixo
	OGM	0,98	0,0000	0,0000	Fixo
Sementes	Convencional	0,98	0,0014	0,0821	Aleatório
	OGM	0,98	0,0010	0,0000	Fixo
Fertilizantes	Convencional	0,98	0,0095	0,0043	Fixo
	OGM	0,98	0,0045	0,0004	Fixo
Defensivos agrícolas	Convencional	0,98	0,0003	0,0000	Fixo
	OGM	0,98	0,0008	0,0000	Fixo
Despesas armazenagem	Convencional	0,98	0,0000	0,0000	Fixo
	OGM	0,98	0,2108	0,6160	Pooled
Assistência técnica	Convencional	0,98	0,0000	0,0000	Fixo
	OGM	0,98	0,0019	0,0000	Fixo
CESSR	Convencional	0,98	0,0675	0,0001	Aleatório
	OGM	0,98	0,0432	0,0567	Aleatório
Depreciação benfeitorias	Convencional	0,98	0,0000	0,0000	Fixo
	OGM	0,98	0,0002	0,0000	Fixo
Depreciação implementos	Convencional	0,98	0,0000	0,0000	Fixo
	OGM	0,98	0,0000	0,0000	Fixo
Depreciação máquinas	Convencional	0,98	0,0000	0,0000	Fixo
	OGM	0,98	0,0169	0,0000	Fixo
Custo total	Convencional	0,98	0,0272	0,0000	Fixo
	OGM	0,98	0,0493	0,0000	Fixo
Preço de venda	Convencional	0,98	0,3290	0,8442	Pooled
	OGM	0,98	0,3338	0,9716	Pooled

Fonte: Elaborado pelo autor.

Os resultados desses testes foram interpretados de acordo com as características da amostra. A análise foi realizada com base em dados de diferentes variáveis relacionadas ao

custo e à produção de culturas agrícolas, diferenciadas entre sistemas tradicionais e OGM (organismos geneticamente modificados). Essas variáveis incluem custos com tratores, mão de obra, sementes, fertilizantes, defensivos agrícolas, despesas de armazenagem, entre outros. Cada variável reflete aspectos econômicos e produtivos específicos, que podem variar de acordo com fatores regionais, tecnológicos e organizacionais.

Para variáveis como tratores e colheitadeiras, o modelo de efeitos fixos foi identificado como o mais adequado, pois os testes indicaram que as diferenças entre as unidades estavam correlacionadas com as variáveis explicativas, refletindo características específicas das regiões analisadas. Isso significa que as diferenças regionais e estruturais desempenham um papel significativo nos custos relacionados a essas máquinas, e não podem ser tratadas como aleatórias.

No caso de variáveis como despesas de armazenagem (OGM) e preço de venda, os resultados sugeriram que o modelo pooled era suficiente. Isso indica que as diferenças entre as unidades da amostra não foram estatisticamente significativas, sugerindo que essas variáveis são mais homogêneas entre as regiões ou unidades analisadas.

Para variáveis como mão de obra (OGM) e CESSR, os resultados apontaram para a adequação do modelo de efeitos aleatórios. Isso significa que as diferenças entre as unidades podem ser tratadas como variações aleatórias, sem correlação significativa com as variáveis explicativas, permitindo maior generalização das conclusões.

De maneira geral, a predominância de modelos de efeitos fixos para a maioria das variáveis reflete a importância das diferenças estruturais e regionais nos custos analisados. Essas diferenças destacam a necessidade de considerar fatores específicos de cada região ou unidade ao interpretar os resultados. Ao mesmo tempo, a identificação de modelos pooled para algumas variáveis aponta para aspectos mais uniformes no comportamento dessas variáveis entre as unidades da amostra.

A aplicação de estimadores robustos foi essencial para corrigir problemas de heterocedasticidade, garantindo maior confiabilidade e precisão nas inferências realizadas. Assim, a escolha dos modelos não só assegurou a robustez estatística das análises, mas também permitiu uma interpretação detalhada e contextualizada dos fatores que influenciam os custos e a produção em sistemas agrícolas tradicionais e OGM.

4. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

4.1 Estatística descritiva

4.1.1 Variáveis econômicas

A análise das variáveis econômicas permite compreender o comportamento dos custos de produção e preços da soja, tanto convencional quanto OGM, em relação a fatores econômicos. As estatísticas descritivas apresentadas na Tabela 2 indicam padrões de volatilidade econômica e dinâmicas estruturais que refletem no comportamento do setor agrícola.

Tabela 2: Estatísticas Descritivas Variáveis Econômicas.

Variável	Média	Desvio-Padrão	Mínimo	Máximo	Coef. de variação
PIB	0.363	2.830	-3.880	4.600	779,614
PTAX800	4.068	0.993	2.353	5.395	24,410
IPCA	5.937	2.457	2.950	10.670	41,385
SELIC	9.323	3.897	2.759	14.029	41,800
Risco País	289.387	48.383	228.565	381.683	16,719

Fonte: Elaborado pelo autor.

O Produto Interno Bruto (PIB) apresentou uma média de 0,363, com um desvio-padrão de 2,830, evidenciando variações entre -3,880 e 4,600 ao longo do período analisado. Esse comportamento reflete oscilações na atividade econômica nacional, que influenciam a capacidade de investimento do setor agrícola. O coeficiente de variação do PIB (779,614%) indica uma alta dispersão em relação à média, evidenciando grande volatilidade ao longo do tempo.

Um exemplo prático dessas oscilações ocorreu entre 2014 e 2016, quando o Brasil enfrentou uma recessão econômica, com retração do PIB por dois anos consecutivos. Esse cenário resultou em uma redução significativa dos investimentos no agronegócio, limitando a adoção de novas tecnologias e restringindo a expansão da área plantada de soja (De Paula; Pires, 2017).

Resultados de pesquisa também apontam essa correlação. Braga e Oliveira (2018) identificaram que variações no PIB afetam diretamente a modernização tecnológica da produção de soja, impactando a adoção de novas práticas agrícolas. Além disso, Rodrigues e Mattos (2021) destacam que o crescimento econômico influencia a demanda por commodities agrícolas, especialmente devido ao acesso ao crédito e aos investimentos governamentais em infraestrutura, como os observados no Plano Safra e no PAC (Programa de Aceleração do Crescimento).

A taxa de câmbio PTAX800, com média de 4,068 e variação entre 2,353 e 5,395, evidencia a volatilidade cambial e seus efeitos na competitividade da soja brasileira. O coeficiente de variação da taxa de câmbio (24,410%) indica uma dispersão mais moderada em comparação ao PIB, sugerindo oscilações controladas no período analisado. Estudos demonstram que essas variações influenciam a precificação das exportações, embora nem sempre ocorra um repasse direto para os preços internos (Copetti; Coronel, 2020). Cavessana e Vieira (2023) reforçam essa relação ao demonstrar que a volatilidade cambial pode gerar incertezas que afetam tanto as exportações quanto a previsibilidade dos investimentos no setor.

Um evento concreto que ilustra esse efeito ocorreu entre 2014 e 2015, quando o real sofreu uma desvalorização acentuada, com a taxa de câmbio passando de R\$2,35 para aproximadamente R\$3,90 por dólar. Essa desvalorização favoreceu as exportações de soja ao torná-las mais competitivas no mercado internacional. No entanto, também resultou no aumento do custo de insumos importados, como fertilizantes e defensivos agrícolas, impactando a rentabilidade dos produtores (De Paula; Pires, 2017).

A inflação, medida pelo IPCA, apresentou uma média de 5,937%, com desvio-padrão de 2,457, variando entre 2,950% e 10,670%. O coeficiente de variação do IPCA (41,385%) sugere uma dispersão significativa, refletindo períodos de alta inflação que afetaram os custos da produção agrícola. Como exemplo prático, em 2015, o Brasil enfrentou uma inflação elevada, atingindo 10,67%, o que gerou aumentos expressivos nos custos de produção agrícola, especialmente nos insumos essenciais, como fertilizantes (De Paula; Pires, 2017).

Pesquisas também demonstram essa correlação. Schultz e Brandt (2008) verificaram que a inflação impacta diretamente os custos da produção agrícola, particularmente os insumos importados, como defensivos químicos e fertilizantes. No mesmo sentido, Borges Junior (2024) identificou que altos níveis de inflação reduzem a lucratividade dos produtores, ao elevar os custos operacionais e reduzir as margens de ganho no mercado internacional.

A taxa básica de juros (SELIC) apresentou uma média de 9,323%, variando entre 2,759% e 14,029%, com um coeficiente de variação de 41,800%, similar ao do IPCA. Isso indica que a taxa de juros passou por oscilações expressivas ao longo do período, afetando diretamente o financiamento do setor agrícola. Como exemplo prático, em 2015, o Banco Central elevou a SELIC para 14,25% ao ano para conter a inflação. Esse aumento tornou o crédito rural mais caro, dificultando o financiamento da produção e restringindo investimentos no setor agrícola (De Paula; Pires, 2017).

A literatura também reforça essa relação. Rodrigues e Mattos (2021) destacaram que a taxa de juros afeta tanto o financiamento da produção quanto o armazenamento dos grãos,

impactando diretamente a liquidez do setor. Florêncio e Melo (2022) apontam que a SELIC tem uma correlação positiva com a quantidade exportada de milho, um comportamento que pode ser similar no caso da soja.

O Risco País, com uma média de 289,387 pontos, apresentou um coeficiente de variação de 16,719%, a menor dispersão entre as variáveis analisadas. Isso sugere que, apesar das flutuações, o indicador manteve certa estabilidade relativa ao longo do período. Durante 2015 e 2016, o Brasil passou por uma crise política e fiscal, resultando na elevação do Risco País e na perda do grau de investimento pelas principais agências de classificação de risco. Esse cenário levou a uma redução no financiamento externo do setor agropecuário e aumentou a instabilidade cambial (De Paula; Pires, 2017).

Pesquisas confirmam esse impacto sobre o agronegócio. Cavessana e Vieira (2023) demonstraram que a instabilidade cambial e políticas monetárias imprevisíveis comprometem o acesso ao financiamento da produção agrícola, reduzindo a competitividade no mercado internacional. Freitas (2023), ao analisar o mercado de café, concluiu que oscilações cambiais influenciam diretamente a formação de preços e a rentabilidade dos produtores um efeito que também se aplica à soja, dada sua forte inserção no comércio global.

Os resultados obtidos indicam que a volatilidade das variáveis econômicas – incluindo PIB, taxa de câmbio, inflação, taxa de juros e Risco País – apresenta padrões distintos de dispersão, que podem influenciar o desempenho do setor agrícola de maneiras diversas. O PIB se destacou como a variável com maior volatilidade relativa à sua média, enquanto o Risco País demonstrou a menor dispersão, indicando maior previsibilidade nesse indicador. Esses achados corroboram os estudos de Souza et al. (2007), Copetti e Coronel (2020), Braga e Oliveira (2018) e outros autores, que demonstraram a interdependência entre fatores econômicos e a competitividade do agronegócio brasileiro.

Diante desse cenário, o acompanhamento contínuo desses indicadores se torna essencial para que gestores do agronegócio possam antecipar oscilações e ajustar suas estratégias de planejamento e tomada de decisão. A Teoria da Contingência, discutida por Sell, Beuren e Lavarda (2020), destaca que não existe um modelo único de gestão aplicável a todas as organizações, sendo necessário adaptar práticas gerenciais às condições do ambiente externo.

No contexto agrícola, essa abordagem permite que produtores e exportadores reajam de maneira estratégica às variações econômicas, ajustando operações para mitigar riscos e aumentar a resiliência do setor diante de cenários econômicos instáveis. A análise dessas tendências, nesse sentido, auxilia no planejamento do setor, contribuindo para uma gestão mais eficiente e fundamentada em dados econômicos.

4.1.2 Variáveis de custo

Já a análise das variáveis de custo, representando os elementos dependentes da pesquisa, permite compreender as dinâmicas econômicas que determinam o comportamento da produção de soja OGM e convencional nas principais regiões produtoras do Brasil. A Tabela 3 apresenta as estatísticas descritivas dessas variáveis, evidenciando diferenças entre os sistemas produtivos e fornecendo uma visão integrada sobre os fatores que moldam a estrutura de custos e a formação de preços no setor.

Tabela 3: Estatísticas Descritivas Custos e Preços de Venda da Soja.

Variável	Métricas	OGM	Convencional	Geral
Tratores e Colheitadeiras	Média	232,264	253,797	246,619
	Desvio padrão	167,652	162,167	163,627
	Mínimo	96,650	64,100	64,100
	Máximo	820,580	950,860	950,860
	Coef. de variação	72,182	63,896	66,348
Mão de obra	Média	24,212	7,868	13,316
	Desvio padrão	56,143	21,668	37,477
	Mínimo	0,000	0,000	0,000
	Máximo	279,090	99,000	279,090
	Coef. de variação	231,881	275,394	281,443
Administrador	Média	95,037	54,968	68,324
	Desvio padrão	103,077	56,826	77,367
	Mínimo	6,600	3,760	3,760
	Máximo	339,480	249,080	339,480
	Coef. de variação	108,460	103,380	113,235
Sementes	Média	301,203	390,546	360,765
	Desvio padrão	160,930	232,835	215,095
	Mínimo	92,000	122,500	92,000
	Máximo	721,500	1056,000	1056,000
	Coef. de variação	53,429	59,618	59,622
Fertilizantes	Média	936,114	823,146	860,802
	Desvio padrão	633,233	515,762	557,557
	Mínimo	230,660	253,400	230,660
	Máximo	2658,010	2506,930	2658,010
	Coef. de variação	67,645	62,657	64,772
Defensivos agrícolas	Média	887,785	711,772	770,443
	Desvio padrão	405,111	481,082	463,004
	Mínimo	182,120	226,110	182,120
	Máximo	1732,430	2453,000	2453,000
	Coef. de variação	45,632	67,589	60,096
Despesas de armazenagem	Média	85,555	62,715	70,329
	Desvio padrão	39,848	47,014	45,877
	Mínimo	0,000	0,000	0,000
	Máximo	169,860	136,230	169,860
	Coef. de variação	46,576	74,965	65,232
Assistência Técnica	Média	29,692	35,884	33,820

	Desvio padrão	23,615	25,479	24,947
	Mínimo	0,000	0,000	0,000
	Máximo	89,610	119,860	119,860
	Coef. de variação	79,533	71,004	73,764
CESSR	Média	89,201	87,403	88,002
	Desvio padrão	36,703	45,355	42,518
	Mínimo	48,190	1,320	1,320
	Máximo	174,860	190,380	190,380
	Coef. de variação	41,146	51,892	48,315
Depreciação de benfeitorias/instalações	Média	93,642	162,217	139,359
	Desvio padrão	58,306	129,466	115,305
	Mínimo	42,860	6,610	6,610
	Máximo	260,410	565,760	565,760
	Coef. de variação	62,265	79,810	82,740
Depreciação de implementos	Média	123,957	97,262	106,161
	Desvio padrão	94,130	69,136	78,972
	Mínimo	19,800	25,110	19,800
	Máximo	446,880	367,650	446,880
	Coef. de variação	75,938	71,082	74,389
Depreciação de Máquinas	Média	99,060	99,540	99,380
	Desvio padrão	64,587	79,350	74,480
	Mínimo	24,550	18,770	18,770
	Máximo	336,280	495,130	495,130
	Coef. de variação	65,200	79,717	74,945
Custo total	Média	4101,466	3760,437	3874,113
	Desvio padrão	2157,549	1981,351	2039,075
	Mínimo	1772,650	1831,820	1772,650
	Máximo	9585,010	9481,130	9585,010
	Coef. de variação	52,604	52,689	52,633
Preço de venda	Média	97,028	97,397	97,274
	Desvio padrão	42,030	41,413	41,443
	Mínimo	54,682	53,387	53,387
	Máximo	179,739	183,762	183,762
	Coef. de variação	43,317	42,520	42,604

Fonte: Elaborado pelo autor.

Os custos com tratores e colheitadeiras, fundamentais para a mecanização, apresentaram médias de R\$ 232,26/ha no sistema OGM e R\$ 253,80/ha no convencional. A diferença pode estar associada a uma maior dependência de maquinário no sistema convencional, para compensar a menor intensidade de insumos químicos. A dispersão elevada dos valores, com desvios padrão superiores a R\$ 160/ha, reflete a heterogeneidade tecnológica entre regiões e perfis de produtores.

O coeficiente de variação indica que os custos com maquinário são altamente variáveis (72,18% no OGM e 63,90% no convencional), evidenciando diferenças na intensidade de mecanização e na depreciação dos equipamentos. Esse comportamento está alinhado aos achados de Schultz e Brandt (2008), que destacaram a influência dos custos fixos na estrutura

produtiva da soja e a forma como o nível de mecanização e a escala de produção afetam a alocação de recursos.

A mão de obra apresentou custo médio de R\$ 24,21/ha na soja OGM, significativamente maior que os R\$ 7,87/ha na convencional, evidenciando possíveis diferenças no manejo entre os sistemas. Operações como controle de ervas daninhas e aplicação de defensivos químicos podem demandar maior supervisão no cultivo transgênico. Isso se alinha às conclusões de Sonaglio, Zamberlam e Bender Filho (2011) sobre variações na demanda por trabalho agrícola em função das exigências técnicas do manejo. O coeficiente de variação evidencia uma dispersão extremamente elevada nos custos com mão de obra, especialmente no sistema convencional (275,39%), sugerindo que o uso de trabalho manual e mecanizado varia amplamente entre regiões produtoras.

Os custos com sementes apresentaram médias de R\$ 301,20/ha no sistema OGM e R\$ 390,55/ha no convencional. A maior despesa no sistema convencional pode ser explicada por fatores como certificações e exigências regulatórias específicas, como analisado por Copetti e Coronel (2020) no contexto da precificação da soja brasileira. A dispersão nos valores foi expressiva, com coeficientes de variação de 53,43% (OGM) e 59,62% (convencional), refletindo oscilações no preço das sementes conforme a origem, a tecnologia embarcada e a disponibilidade no mercado.

Os fertilizantes, essenciais para o manejo nutricional do solo, foram um dos principais componentes de custo, com médias de R\$ 936,11/ha para OGM e R\$ 823,15/ha para a soja convencional. A maior alocação de recursos no sistema transgênico pode estar associada a estratégias voltadas para o aumento da produtividade. Isso ocorre especialmente em regiões de alta exploração agrícola, como o Cerrado. O coeficiente de variação mostra que os custos com fertilizantes apresentaram variação significativa nos dois sistemas (67,65% para OGM e 62,66% para convencional), indicando diferenças no acesso a fertilizantes importados e no nível de investimento em adubação. Esse comportamento corrobora os achados de Braga e Oliveira (2018) sobre a dependência de insumos importados e a influência da taxa de câmbio na estrutura de custos do agronegócio.

Os custos com defensivos agrícolas foram R\$ 887,78/ha no sistema OGM e R\$ 711,77/ha no convencional. Esse resultado sugere um maior uso de defensivos no cultivo transgênico, possivelmente devido à resistência de algumas ervas daninhas ao herbicida glifosato, como apontado por Furlaneto et al. (2008). O coeficiente de variação evidencia uma alta dispersão nos custos com defensivos, com 45,67% para OGM e 67,59% para convencional, reforçando a necessidade de ajustes gerenciais conforme as condições locais.

As despesas de armazenagem apresentaram médias de R\$ 85,56/ha no sistema OGM e R\$ 62,72/ha no convencional, refletindo desafios logísticos que impactam os custos operacionais, especialmente em áreas com infraestrutura limitada. O coeficiente de variação (46,57% para OGM e 74,99% para convencional) indica que o custo de armazenagem sofre grande variação conforme a disponibilidade de estrutura local e o período de estocagem. Rosolen, Araújo e Lyrio (2013) apontaram que os custos logísticos são um fator determinante para a competitividade da soja no mercado global, influenciando tanto o armazenamento quanto o transporte da produção.

Entre os custos menos representativos, a assistência técnica apresentou médias de R\$ 29,69/ha no sistema OGM e R\$ 35,88/ha no convencional, sugerindo que o suporte especializado tem relevância em ambos os sistemas. O coeficiente de variação da assistência técnica foi relativamente alto (79,58% no OGM e 71,00% no convencional), sugerindo que o acesso a esse serviço varia amplamente conforme a região produtora.

(2018) sobre a dependência de insumos importados e a influência da taxa de câmbio na estrutura de custos do agronegócio.

Os custos com defensivos agrícolas foram R\$ 887,78/ha no sistema OGM e R\$ 711,77/ha no convencional. Esse resultado sugere um maior uso de defensivos no cultivo transgênico, possivelmente devido à resistência de algumas ervas daninhas ao herbicida glifosato, como apontado por Furlaneto et al. (2008). O coeficiente de variação evidencia uma alta dispersão nos custos com defensivos, com 45,67% para OGM e 67,59% para convencional, reforçando a necessidade de ajustes gerenciais conforme as condições locais.

As despesas de armazenagem apresentaram médias de R\$ 85,56/ha no sistema OGM e R\$ 62,72/ha no convencional, refletindo desafios logísticos que impactam os custos operacionais, especialmente em áreas com infraestrutura limitada. O coeficiente de variação (46,57% para OGM e 74,99% para convencional) indica que o custo de armazenagem sofre grande variação conforme a disponibilidade de estrutura local e o período de estocagem. Rosolen, Araújo e Lyrio (2013) apontaram que os custos logísticos são um fator determinante para a competitividade da soja no mercado global, influenciando tanto o armazenamento quanto o transporte da produção.

Entre os custos menos representativos, a assistência técnica apresentou médias de R\$ 29,69/ha no sistema OGM e R\$ 35,88/ha no convencional, sugerindo que o suporte especializado tem relevância em ambos os sistemas. O coeficiente de variação da assistência técnica foi relativamente alto (79,58% no OGM e 71,00% no convencional), sugerindo que o acesso a esse serviço varia amplamente conforme a região produtora. Essas diferenças na

estrutura de custos fixos podem ser interpretadas sob a ótica da Teoria da Contingência, discutida por Sell, Beuren e Lavarda (2020), que destaca a necessidade de adaptação das práticas gerenciais conforme as condições específicas de cada sistema produtivo.

O custo total médio, de R\$ 4.101,47/ha no sistema OGM e R\$ 3.760,44/ha no convencional, reflete diferenças marcantes nas estruturas produtivas. Enquanto o sistema transgênico se destaca pela maior intensidade de insumos, visando maximizar a produtividade, o sistema convencional apresenta uma abordagem menos intensiva, com menor dependência de insumos químicos e tecnológicos. Alinhado a isso, o coeficiente de variação revela que a dispersão dos custos totais foi expressiva em ambos os sistemas (52,60% para OGM e 52,69% para convencional), ressaltando a heterogeneidade das práticas gerenciais, influenciada por fatores como escala de produção, acesso a recursos e condições regionais.

Essa variabilidade mostra que, embora os custos médios ofereçam uma referência geral, as condições dos produtores diferem significativamente, exigindo análises mais detalhadas para embasar estratégias no setor. Esse entendimento está alinhado às conclusões de Vochozka, Janek e Rowland (2018) sobre o comportamento das variáveis econômicas na competitividade agrícola, especialmente no impacto dos insumos dolarizados.

O preço de venda médio, praticamente igual entre os sistemas (R\$ 97,03/ha para OGM e R\$ 97,40/ha para convencional), aponta para a predominância de fatores exógenos, como cotações internacionais e variações cambiais, na determinação das receitas agrícolas, corroborando as análises de Benavides Perales e Venegas Martínez (2022) sobre a influência dos mercados futuros na formação dos preços das commodities agrícolas. Essa convergência reforça que o sistema de produção, por si só, não é determinante no preço final obtido pelos produtores. Contudo, a estabilidade relativa nos preços, com coeficientes de variação de 43,34% e 42,52%, coloca a gestão eficiente dos custos como o principal diferencial competitivo.

A convergência dos preços de venda reforça a necessidade de um acompanhamento contínuo das condições de mercado e da estrutura de custos, permitindo que os gestores adotem estratégias mais eficazes para mitigar riscos e otimizar a rentabilidade. Como apontado por Sell, Beuren e Lavarda (2020), a flexibilidade na adaptação a cenários variáveis é essencial para manter a competitividade no setor agrícola.

4.2 Análise dos modelos de regressão

Os modelos de regressão aplicados neste estudo analisam o comportamento dos custos e preços de produção da soja no Brasil em relação às variáveis econômicas. Essa abordagem

permite compreender as dinâmicas que afetam a estrutura de custos e a formação de preços, fornecendo uma base quantitativa para a tomada de decisões no setor. Ao identificar padrões e relações entre os fatores econômicos, a análise contribui para o aprimoramento das estratégias de gestão, auxiliando produtores e demais agentes da cadeia produtiva na adaptação a cenários de volatilidade e incerteza.

4.2.1 Insumos agrícolas

Os custos relacionados a sementes, fertilizantes e defensivos agrícolas são componentes essenciais na produção de soja no Brasil, apresentando comportamentos distintos conforme as condições econômicas. Essas categorias de insumos possuem forte dependência de produtos importados, tornando-se sensíveis à taxa de câmbio, taxa de juros e outros fatores econômicos.

A Tabela 5 apresenta os resultados das regressões estimadas, detalhando a relação entre os custos desses insumos e variáveis como a Taxa de Câmbio, a Taxa Selic, o Produto Interno Bruto, o Índice de Preços ao Consumidor Amplo e o Risco País.

Tabela 4: Regressões custos de insumos agrícolas.

Variável	Sementes		Fertilizantes		Defensivos agrícolas	
<i>Tipo</i>	<i>Convencional</i>	<i>OGM</i>	<i>Convencional</i>	<i>OGM</i>	<i>Convencional</i>	<i>OGM</i>
PIB						
(Coef.)	1,6338	2,3449	41,979*	49,0951.	8,7438	13,6388
(E.P.)	6,8764	7,3325	17,0027	28,9859	12,1493	11,8970
(valor-p)	0,8122	0,7513	0,0161	0,1003	0,4742	0,2604
TC						
(Coef.)	209,4181***	135,5400***	380,8541***	482,1963***	418,6534***	362,7265***
(E.P.)	16,1978	17,2720	40,0508	68,2778	28,6182	28,0241
(valor-p)	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
IPC						
(Coef.)	-2,4799	-2,0217	-31,8821*	-15,4091	-19,1112.	-6,0259
(E.P.)	5,8021	6,1868	14,3462	24,4572	10,2511	10,0382
(valor-p)	0,6691	0,7460	0,0296	0,5333	0,0667	0,5527
SEL						
(Coef.)	26,1021***	17,4243***	79,3528***	82,4327***	71,7018***	52,9235***
(E.P.)	3,5137	3,7467	8,6881	14,8112	6,2080	6,0792
(valor-p)	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
RP						
(Coef.)	-1,8153***	-0,9871*	-0,4968	-0,9009	-3,0492***	-1,5165*
(E.P.)	0,4245	0,4526	1,0496	1,7893	0,7499	0,7344
(valor-p)	0,0000	0,0369	0,6375	0,6182	0,0001	0,0474
R ² aj	0,7775	0,7103	0,7182	0,7177	0,8261	0,8790

Fonte: Elaborado pelo autor.

Legenda: *** denota significância ao nível de 0,1% ($p < 0,001$), ** ao nível de 1% ($p < 0,01$), * ao nível de 5% ($p < 0,05$), . ao nível de 10% ($p < 0,1$), e valores sem marcação indicam $p \geq 0,1$ (não significativos); Coef. refere-se aos coeficientes estimados; E.P. são os erros-padrão associados; valores-p indicam o nível de significância

estatística; R^2_{aj} representa o R-quadrado ajustado, que mede a proporção da variabilidade explicada pelo modelo; PIB é o Produto Interno Bruto, TC a Taxa de Câmbio, IPC o Índice de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA), SEL a Taxa Selic e RP o Risco País.

A Taxa de Câmbio demonstrou coeficientes altamente significativos ao nível de 0,1% para todas as categorias de insumos, evidenciando um comportamento diretamente relacionado à dependência do Brasil de insumos importados. Nos custos das sementes, os coeficientes foram de 209,4181 para a soja convencional (erro-padrão de 16,1978) e 135,5400 para a soja geneticamente modificada (erro-padrão de 17,2720), ambos com alta significância estatística.

Os valores do R-quadrado ajustado (R^2_{aj}) foram de 0,7775 para as sementes convencionais e 0,7103 para as geneticamente modificadas, indicando que entre 71% e 78% da variação nos preços das sementes está associada a fatores macroeconômicos, com a taxa de câmbio apresentando comportamento central. Esse resultado está alinhado aos estudos de Schultz e Brandt (2008), que identificaram que variedades geneticamente modificadas, frequentemente adquiridas de multinacionais como Monsanto e Syngenta, apresentam forte dependência cambial.

Os fertilizantes demonstraram o comportamento mais sensível à Taxa de Câmbio, com coeficientes de 380,8541 para a soja convencional (erro-padrão de 40,0508) e 482,1963 para a soja geneticamente modificada (erro-padrão de 68,2778), ambos altamente significativos. O R^2 ajustado foi de 0,7182 para fertilizantes convencionais e 0,7177 para geneticamente modificados, sugerindo que aproximadamente 72% da variação nos preços dos fertilizantes acompanha as oscilações econômicas.

Esse resultado destaca a forte dependência do Brasil de fertilizantes importados, principalmente nitrogenados, fosfatados e potássicos, provenientes de países como Rússia, Canadá e China. Freitas (2023) apontou que a relação entre câmbio e preços de fertilizantes é parcial, uma vez que estoques reguladores e contratos de importação de longo prazo podem amenizar variações bruscas.

Nos defensivos agrícolas, os coeficientes da Taxa de Câmbio foram de 418,6534 para a soja convencional (erro-padrão de 28,6182) e 362,7265 para a soja geneticamente modificada (erro-padrão de 28,0241), ambos estatisticamente significativos ao nível de 0,1%. O R^2 ajustado foi de 0,8261 para defensivos convencionais e 0,8790 para geneticamente modificados, sugerindo que entre 82% e 88% da variação nos preços desses insumos está associada a fatores macroeconômicos, com destaque para a taxa de câmbio. Cavessana e Vieira (2023) apontaram que a volatilidade cambial altera diretamente os custos dos defensivos agrícolas na soja e na

cana-de-açúcar, dada a dependência de ingredientes ativos importados da China e dos Estados Unidos.

A Taxa Selic apresentou comportamento significativo ao nível de 0,1% para todas as categorias de insumos, demonstrando sua relação com o financiamento agrícola e a precificação desses produtos. O aumento da Selic tende a encarecer o crédito rural, afetando os custos diretos da produção e a capacidade de investimento dos produtores no médio e longo prazo.

Nos custos das sementes, os coeficientes foram de 26,1021 para a soja convencional (erro-padrão de 3,5137) e 17,4243 para a soja geneticamente modificada (erro-padrão de 3,7467), ambos altamente significativos. O R^2 ajustado foi de 0,7775 para sementes convencionais e 0,7103 para sementes geneticamente modificadas, indicando que entre 71% e 78% da variação dos preços das sementes acompanha o comportamento de fatores econômicos, incluindo a taxa de juros.

Esse resultado está em conformidade com os estudos de Rodrigues e Mattos (2021), que identificaram que a Selic tem relação direta com os preços das commodities agrícolas como soja e milho, especialmente pela limitação do crédito rural. Nakabashi, Cruz e Scatolin (2008) observaram que produtores brasileiros, ao dependerem de financiamento para a compra de insumos, enfrentam variações nos custos de produção sempre que a taxa de juros se eleva.

Nos fertilizantes, a Selic apresentou coeficientes ainda mais elevados, com 79,3528 para a soja convencional (erro-padrão de 8,6881) e 82,4327 para a soja geneticamente modificada (erro-padrão de 14,8112), ambos altamente significativos. O R^2 ajustado foi de 0,7182 para fertilizantes convencionais e 0,7177 para geneticamente modificados, reforçando que aproximadamente 72% da variação nos preços desse insumo acompanha mudanças na taxa de juros. Cavessana e Vieira (2023) analisaram a Selic e os custos agrícolas e constataram que o aumento da taxa de juros reduz a liquidez do setor, elevando os custos de insumos essenciais.

Nos defensivos agrícolas, os coeficientes da Selic foram de 71,7018 para a soja convencional (erro-padrão de 6,2080) e 52,9235 para a soja geneticamente modificada (erro-padrão de 6,0792), ambos altamente significativos. O R^2 ajustado foi de 0,8261 para defensivos convencionais e 0,8790 para geneticamente modificados, indicando que entre 82% e 88% da variação nos preços acompanha o comportamento das variáveis econômicas, especialmente a taxa de juros.

O comportamento dos defensivos agrícolas em relação à taxa de juros pode estar relacionado à necessidade de alto financiamento para sua aquisição, especialmente em culturas que demandam grandes quantidades de produtos fitossanitários, como soja, milho e algodão. Stockl, Moreira e Giuberti (2017) identificaram que taxas de juros elevadas reduzem a

capacidade dos produtores de adquirirem esses insumos, resultando em custos mais altos e menor eficiência produtiva.

O Produto Interno Bruto (PIB) demonstrou coeficientes significativos nos preços dos fertilizantes, com valores de 41,979 para a soja convencional (erro-padrão de 17,0027) e 49,0951 para a soja geneticamente modificada (erro-padrão de 28,9859). O R^2 ajustado foi de 0,7182 para fertilizantes convencionais e 0,7177 para geneticamente modificados, sugerindo que períodos de crescimento econômico estão associados a alterações na demanda por fertilizantes.

A relação entre o crescimento econômico e os fertilizantes pode estar associada ao aumento da renda agrícola, maior demanda por insumos e expansão das áreas cultivadas, elevando os preços desse grupo de insumos. Arruda (2008) analisou esse comportamento e verificou que períodos de crescimento do PIB costumam estar ligados a uma maior demanda por fertilizantes, especialmente no setor da soja, que se caracteriza pelo alto nível de adoção de insumos tecnológicos.

O Índice de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA) apresentou coeficientes negativos e estatisticamente significativos nos fertilizantes da soja convencional (-31,8821 ao nível de 5%) e nos defensivos agrícolas da soja convencional (-19,1112 ao nível de 10%), sugerindo que, em períodos de alta inflação, ocorrem ajustes nos preços desses insumos.

Os ajustes nos preços de insumos em cenários inflacionários podem ocorrer de forma distinta, com alguns produtos apresentando repasses de custos mais lentos em relação ao preço final da commodity. Stockl, Moreira e Giuberti (2017) observaram que a inflação afeta o preço de commodities agrícolas como soja, milho e café, e que a política cambial pode atuar como um fator de amortecimento das pressões inflacionárias, reduzindo variações expressivas nos custos agrícolas.

O Risco País apresentou coeficientes negativos e estatisticamente significativos para sementes convencionais (-1,8153 ao nível de 0,1%), sementes geneticamente modificadas (-0,9871 ao nível de 5%), defensivos agrícolas convencionais (-3,0492 ao nível de 0,1%) e defensivos agrícolas geneticamente modificados (-1,5165 ao nível de 5%), sugerindo que a percepção de risco econômico pode estar associada a mudanças nos preços de alguns insumos agrícolas.

A percepção de risco econômico pode estar associada à retração da demanda por insumos agrícolas, levando a ajustes nos preços desses produtos. Em períodos de alta incerteza, a redução dos investimentos no setor agrícola pode resultar em menor procura por insumos, contribuindo para um comportamento de queda nos preços. Bredow et al. (2016) e Cavessana

e Vieira (2023) analisaram essa relação e verificaram que o grau de risco afeta o acesso ao crédito e a precificação no setor de commodities agrícolas.

Os resultados indicam que a Taxa de Câmbio e a Taxa Selic apresentam forte relação com os custos dos insumos agrícolas, enquanto o Produto Interno Bruto, o Índice de Preços ao Consumidor Amplo e o Risco país também demonstram comportamentos relevantes em determinadas categorias. Esses achados evidenciam como o ambiente macroeconômico influencia a precificação dos insumos essenciais para a produção agrícola, ressaltando a exposição do setor às oscilações cambiais e monetárias.

4.2.2 Custos operacionais

Os custos de mão de obra, administração, CESSR e assistência técnica representam uma parte essencial da estrutura de custos da produção agrícola. Para analisar o comportamento dessas variáveis diante de fatores econômicos, foram estimados modelos de regressão, cujos resultados estão apresentados na Tabela 6.

Tabela 5: Regressões custos operacionais.

Variável	Mão de obra		Administrador		Assistência técnica		CESSR	
<i>Tipo</i>	<i>Convencional</i>	<i>OGM</i>	<i>Convencional</i>	<i>OGM</i>	<i>Convencional</i>	<i>OGM</i>	<i>Convencional</i>	<i>OGM</i>
PIB								
(Coef.)	-0,1424	4,2561	0,8719	-2,3634	0,9047	0,1869	5,7618***	6,2221***
(E.P.)	1,2778	4,2642	1,8273	3,9401	0,7712	1,4005	1,5962	1,3062
(valor-p)	9,1130	0,3182	0,6348	0,5529	0,2449	0,8947	0,0003	0,0000
TC								
(Coef.)	-1,7547	-21,3628*	13,5880**	38,3135***	17,1736***	8,7963*	25,6211***	22,9745***
(E.P.)	3,0099	10,0446	4,3044	9,2811	1,8165	3,2989	3,7599	3,0768
(valor-p)	0,5599	0,0334	0,0024	0,0003	0,0000	0,0121	0,0000	0,0000
IPC								
(Coef.)	0,6873	-4,3791	-0,3477	2,0136	-0,8317	0,8008	2,1949	2,4831*
(E.P.)	1,0781	3,5980	1,5418	3,3245	0,6507	1,1817	1,3468	1,1021
(valor-p)	0,5238	0,2236	0,8223	0,5491	0,2056	0,5030	0,1032	0,0243
SEL								
(Coef.)	-0,5925	-0,9023	1,7606.	1,7530	3,0313***	0,7006	5,1874***	4,2043***
(E.P.)	0,6529	2,1790	0,9337	2,0133	0,3940	0,7156	0,8156	0,6674
(valor-p)	0,3641	0,6788	0,0637	0,3906	0,0000	0,3352	0,0000	0,0000
RP								
(Coef.)	0,0441	0,4757.	-0,1019	-0,3279	-0,0855.	-0,0784	0,0081	0,0989
(E.P.)	0,0789	0,2632	0,1128	0,2432	0,0476	0,0865	0,0985	0,0806
(valor-p)	0,5761	0,0708	0,3693	0,1874	0,0771	0,3714	0,9345	0,2199
R ² aj	-0,0294	0,0552	0,0921	0,2927	0,6707	0,1136	0,6618	0,8433

Fonte: Elaborado pelo autor.

Legenda: *** denota significância ao nível de 0,1% ($p < 0,001$), ** ao nível de 1% ($p < 0,01$), * ao nível de 5% ($p < 0,05$), . ao nível de 10% ($p < 0,1$), e valores sem marcação indicam $p \geq 0,1$ (não significativos); Coef. refere-se aos coeficientes estimados; E.P. são os erros-padrão associados; valores-p indicam o nível de significância

estatística; R^2_{aj} representa o R-quadrado ajustado, que mede a proporção da variabilidade explicada pelo modelo; PIB é o Produto Interno Bruto, TC a Taxa de Câmbio, IPC o Índice de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA), SEL a Taxa Selic e RP o Risco País.

Nos custos de mão de obra, os coeficientes foram de -1,7547 para a soja convencional (erro-padrão de 3,0099) e -21,3628 para a soja geneticamente modificada (erro-padrão de 10,0446), com significância ao nível de 5% apenas na soja OGM. Esse resultado sugere que a desvalorização do real pode estar associada a ajustes nos custos de contratação na soja geneticamente modificada, possivelmente devido à maior exigência de qualificação técnica e ao uso intensivo de tecnologias importadas. Cavessana e Vieira (2023) já haviam identificado que oscilações cambiais alteram a estrutura de custos setorial, enquanto Rodrigues (2020) destacou que a política monetária está relacionada aos custos salariais no agronegócio.

No entanto, é importante destacar que a precisão das estimativas pode ter sido comprometida por limitações nos dados primários utilizados, refletindo-se no R^2 ajustado. O valor negativo (-0,0294) inicialmente estimado para a soja convencional sugere erro na especificação do modelo, sendo que a regressão correta apresenta um R^2 ajustado de 0,0357, indicando que aproximadamente 3,57% da variação nos custos da mão de obra pode ser explicada pelos fatores analisados. Para a soja OGM, o R^2 ajustado foi de 0,0552, evidenciando uma capacidade explicativa ainda limitada para essa categoria.

Os custos administrativos apresentaram forte associação com a taxa de câmbio, com coeficientes de 13,5880 para a soja convencional (erro-padrão de 4,3044) e 38,3135 para a soja OGM (erro-padrão de 9,2811), estatisticamente significativos ao nível de 1% e 0,1%, respectivamente. Esse comportamento pode estar relacionado ao fato de que variações cambiais afetam custos indiretos da produção agrícola, como despesas com equipamentos, transporte e comercialização.

Schultz e Brandt (2008) analisaram a relação entre volatilidade cambial e custos operacionais no agronegócio, enquanto Copetti e Coronel (2020) identificaram que a instabilidade cambial altera os custos administrativos da cadeia produtiva da soja. O R^2 ajustado foi de 0,0921 para a soja convencional e 0,2927 para a OGM, sugerindo que a taxa de câmbio está associada a parte da variabilidade dos custos administrativos, especialmente na soja geneticamente modificada.

Nos custos do CESSR, os coeficientes foram 25,6211 para a soja convencional (erro-padrão de 3,7599) e 22,9745 para a soja OGM (erro-padrão de 3,0768), ambos altamente significativos ao nível de 0,1%. O R^2 ajustado foi elevado para essa categoria (0,6618 na soja convencional e 0,8433 na OGM), sugerindo que a variação cambial está diretamente

relacionada à receita bruta do setor agrícola e, conseqüentemente, à arrecadação fiscal. Braga e Oliveira (2018) identificaram que a arrecadação fiscal do setor agrícola acompanha as flutuações cambiais, especialmente na soja e no milho.

A assistência técnica também apresentou associação significativa com a taxa de câmbio, com coeficientes de 17,1736 para a soja convencional (erro-padrão de 1,8165, significativo ao nível de 0,1%) e 8,7963 para a soja OGM (erro-padrão de 3,2989, significativo ao nível de 5%). O R^2 ajustado foi de 0,6707 para a soja convencional e 0,1136 para a OGM, indicando que a variação cambial pode estar mais fortemente relacionada aos custos de assistência técnica na soja convencional, possivelmente devido à maior necessidade de suporte agrônômico em períodos de instabilidade econômica.

A Taxa Selic apresentou comportamento significativo sobre os custos operacionais, especialmente na assistência técnica e no CESSR, demonstrando que variações nos juros estão associadas à estrutura de custos da produção agrícola. O aumento da Selic tende a reduzir a liquidez no setor, restringir investimentos e elevar os custos indiretos da produção, como serviços técnicos e encargos administrativos.

Nos custos de assistência técnica, os coeficientes foram de 3,0313 para a soja convencional (erro-padrão de 0,3940) e 0,7006 para a soja OGM (erro-padrão de 0,7156), sendo estatisticamente significativo ao nível de 0,1% apenas na soja convencional. Esse resultado sugere que a assistência técnica na soja convencional pode ser mais sensível às variações da taxa de juros, possivelmente devido à maior necessidade de suporte técnico em cenários de crédito restrito.

Esse efeito já havia sido observado por Rodrigues e Mattos (2021), que analisaram o impacto da Selic sobre os custos agrícolas e identificaram que setores com alta dependência de assistência técnica e serviços especializados são os mais afetados pela elevação dos juros. Além disso, Nakabashi, Cruz e Scatolin (2008) demonstraram que o custo do crédito afeta diretamente a capacidade dos produtores de financiar suporte técnico e inovações agronômicas, influenciando o nível de assistência técnica contratada.

Nos custos do CESSR, a Selic apresentou coeficientes de 5,1874 para a soja convencional (erro-padrão de 0,8156) e 4,2043 para a soja OGM (erro-padrão de 0,6674), ambos altamente significativos ao nível de 0,1%. O R^2 ajustado foi de 0,6618 para a soja convencional e 0,8433 para a OGM, indicando que a Selic está fortemente relacionada à arrecadação fiscal do setor agrícola. Esse comportamento está alinhado com os achados de Bredow et al. (2016), que observaram que períodos de juros elevados podem restringir o crescimento da atividade econômica, afetando a arrecadação tributária do setor agrícola.

Esses achados reforçam a importância da política monetária na estrutura de custos operacionais do setor agrícola, indicando que variações na taxa de juros não afetam apenas os custos diretos da produção, mas também os custos administrativos e fiscais, com impactos estruturais sobre a rentabilidade do agronegócio.

O Produto Interno Bruto (PIB) apresentou relação estatisticamente significativa apenas no CESSR, com coeficientes de 5,7618 para a soja convencional (erro-padrão de 1,5962) e 6,2221 para a soja OGM (erro-padrão de 1,3062), ambos altamente significativos ao nível de 0,1%. Esses resultados sugerem que o crescimento econômico está diretamente associado à arrecadação fiscal do setor agrícola, mas tem um papel menos relevante sobre os demais custos operacionais.

A relação entre PIB e arrecadação fiscal já havia sido evidenciada por Braga e Oliveira (2018), que demonstraram que a receita tributária do setor agrícola tende a acompanhar as variações no crescimento econômico. Isso ocorre porque, em períodos de expansão do PIB, há maior demanda por produtos agrícolas, aumento da produção e, conseqüentemente, crescimento da arrecadação fiscal. Esse efeito foi reforçado por Bredow et al. (2016), que analisaram a relação entre PIB e arrecadação tributária no setor de commodities agrícolas e concluíram que a arrecadação fiscal acompanha de perto o ciclo econômico, sendo fortemente influenciada pelo nível de atividade econômica do país.

Entretanto, o fato de o PIB não ter apresentado significância estatística nas demais categorias de custos operacionais sugere que o crescimento econômico, por si só, não é um determinante central na precificação dos custos administrativos e da assistência técnica. Esse achado corrobora os estudos de Rosolen, Araújo e Lyrio (2013), que analisaram o impacto do PIB sobre a estrutura de custos do setor agrícola e concluíram que os custos operacionais são mais sensíveis a fatores como taxa de câmbio e juros do que ao crescimento econômico agregado.

O Índice de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA) apresentou coeficientes negativos e estatisticamente significativos em algumas categorias de custos operacionais. Nos custos da assistência técnica, por exemplo, os coeficientes foram -0,8317 para a soja convencional (erro-padrão de 0,6507) e 0,8008 para a soja OGM (erro-padrão de 1,1817), sendo estatisticamente significativo ao nível de 5% apenas na soja OGM. Esse resultado sugere que, em períodos de alta inflação, os ajustes nos preços relativos dos serviços agrícolas podem ocorrer de forma diferenciada. Esse efeito foi discutido por Stockl, Moreira e Giuberti (2017), que analisaram a relação entre inflação e custos no setor agrícola e identificaram que os efeitos inflacionários variam de acordo com a estrutura de mercado e os mecanismos de repasse de preços.

Entretanto, como a influência do IPCA foi estatisticamente significativa apenas em algumas categorias e com coeficientes relativamente baixos, os resultados sugerem que a inflação tem um efeito mais indireto sobre os custos operacionais, ao contrário da forte influência que exerce sobre os preços de insumos agrícolas, como fertilizantes e defensivos.

O Risco país apresentou significância estatística apenas nos custos de assistência técnica para a soja convencional, com coeficiente de 0,4757 ao nível de 10%, sugerindo uma relação marginal da percepção de risco econômico sobre a demanda por serviços especializados. Esse comportamento pode estar relacionado à instabilidade do mercado financeiro e à incerteza em relação aos investimentos no setor agrícola, como analisado por Cavessana e Vieira (2023).

Entretanto, a baixa magnitude dos coeficientes e a falta de significância estatística em outras categorias sugerem que o Risco país não desempenha um papel central na formação dos custos operacionais da produção agrícola, ao contrário do impacto mais direto observado em insumos importados, como sementes e fertilizantes.

Os resultados indicam que a Taxa de Câmbio e a Taxa Selic são os principais determinantes dos custos operacionais, apresentando relação expressiva com a administração, assistência técnica e arrecadação fiscal (CESSR). O PIB demonstrou associação significativa apenas no CESSR, indicando que o crescimento econômico tem mais relevância sobre a arrecadação tributária do setor do que sobre os demais custos operacionais. O IPCA e o Risco país apresentaram efeitos menos expressivos, sugerindo que seu papel na estrutura de custos operacionais é mais indireto.

4.2.3 Maquinário e implementos agrícolas

Os custos relacionados à aquisição e depreciação de tratores, colheitadeiras e implementos agrícolas representam uma parcela significativa da estrutura produtiva da soja no Brasil. A aquisição e a manutenção do maquinário agrícola são essenciais para a competitividade do setor, apresentando comportamentos que variam conforme fatores macroeconômicos, como a taxa de câmbio e as condições de crédito.

A Tabela 7 apresenta os coeficientes das regressões estimadas para essas categorias de custo, detalhando as relações entre os preços de aquisição e manutenção de maquinário e as principais variáveis econômicas.

Tabela 6: Regressões custos de aquisição e depreciação de maquinário.

Variável	Tratores e colheitadeiras	Depreciação implementos	Depreciação máquinas
----------	---------------------------	-------------------------	----------------------

<i>Tipo</i>	<i>Convencional</i>	<i>OGM</i>	<i>Convencional</i>	<i>OGM</i>	<i>Convencional</i>	<i>OGM</i>
PIB (Coef.)	3,277	3,5696	1,2989	1,3471	-0,2624	1,1274
PIB (E.P.)	6,3662	7,9526	2,4688	4,3567	2,6661	2,6742
PIB (valor-p)	0,6084	0,6567	0,6005	0,7592	0,9219	0,6762
TC (Coef.)	103,6599***	80,9344***	44,1724***	47,0237***	58,4526***	51,2856***
TC (E.P.)	14,9959	18,7327	5,8153	10,2624	6,2802	6,2991
TC (valor-p)	0,0000	0,0001	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000
IPC (Coef.)	-4,6952	-8,1444	-1,1734	-2,0467	-0,8468	-2,9553
IPC (E.P.)	5,3716	6,7101	2,0830	3,6760	2,2496	2,2564
IPC (valor-p)	0,3852	0,2340	0,5751	0,5817	0,7078	0,1999
SEL (Coef.)	15,9073***	13,0668**	6,0847***	8,5892***	8,6167***	8,6012***
SEL (E.P.)	3,2530	4,0636	1,2615	2,2262	1,3624	1,3664
SEL (valor-p)	0,0000	0,0030	0,0000	0,0005	0,0000	0,0000
RP (Coef.)	-0,6158	-0,2069	-0,373*	-0,2887	-0,5711***	-0,3673*
RP (E.P.)	0,3930	0,4909	0,1524	0,2689	0,1646	0,1651
RP (valor-p)	0,1218	0,6764	0,0170	0,2914	0,0009	0,0335
R ² aj	0,4794	0,4007	0,5420	0,4417	0,6300	0,7419

Fonte: Elaborado pelo autor.

Legenda: *** denota significância ao nível de 0,1% ($p < 0,001$), ** ao nível de 1% ($p < 0,01$), * ao nível de 5% ($p < 0,05$), . ao nível de 10% ($p < 0,1$), e valores sem marcação indicam $p \geq 0,1$ (não significativos); Coef. refere-se aos coeficientes estimados; E.P. são os erros-padrão associados; valores-p indicam o nível de significância estatística; R²aj representa o R-quadrado ajustado, que mede a proporção da variabilidade explicada pelo modelo; PIB é o Produto Interno Bruto, TC a Taxa de Câmbio, IPC o Índice de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA), SEL a Taxa Selic e RP o Risco País.

A Taxa de Câmbio foi a variável com maior associação aos custos de tratores e colheitadeiras, com coeficientes de 103,6599 para a soja convencional (erro-padrão de 14,9959) e 80,9344 para a soja OGM (erro-padrão de 18,7327), ambos estatisticamente significativos ao nível de 0,1%. Esses resultados sugerem que a dependência de equipamentos importados torna os custos do setor sensíveis às oscilações cambiais. Esse comportamento está alinhado aos estudos de Freitas (2023), que analisou a relação entre volatilidade cambial e os custos de insumos e equipamentos agrícolas no Brasil, e Perales e Martínez (2022), que destacaram a relevância da instabilidade monetária na precificação de bens agrícolas no comércio internacional.

Nos custos de depreciação de implementos agrícolas, a Taxa de Câmbio também apresentou coeficientes altamente significativos ao nível de 0,1%, com valores de 44,1724 para a soja convencional (erro-padrão de 5,8153) e 47,0237 para a soja OGM (erro-padrão de 10,2624). Esse comportamento está de acordo com Vochozka, Janek e Rowland (2018), que apontaram a dolarização dos custos de equipamentos agrícolas como um fator relevante para a previsibilidade desses preços diante de oscilações cambiais e políticas monetárias internacionais.

Nos custos de depreciação de máquinas agrícolas, os coeficientes da Taxa de Câmbio foram de 58,4526 para a soja convencional (erro-padrão de 6,2802) e 51,2856 para a soja geneticamente modificada (erro-padrão de 6,2991), ambos altamente significativos ao nível de 0,1%. O R^2 ajustado foi de 0,6300 para a soja convencional e 0,7419 para a soja OGM, indicando que a variação cambial explica uma parcela expressiva da depreciação dos equipamentos agrícolas. Esse comportamento reforça os estudos de Rosolen, Araújo e Lyrio (2013), que demonstraram que as flutuações cambiais afetam não apenas os custos de aquisição, mas também o valor residual e a reposição de maquinário no Brasil.

A Taxa Selic apresentou coeficientes altamente significativos ao nível de 0,1% ou 1% na maioria das categorias de custos analisadas, demonstrando sua relação com os investimentos em equipamentos agrícolas e a capacidade de renovação da frota.

Nos custos de tratores e colheitadeiras, os coeficientes foram 15,9073 para a soja convencional (erro-padrão de 3,2530) e 13,0668 para a soja geneticamente modificada (erro-padrão de 4,0636), com significância ao nível de 0,1% e 1%, respectivamente. Esse resultado sugere que as condições de financiamento exercem papel central na decisão de compra de maquinário agrícola. Rodrigues (2020) analisou essa relação e apontou que as condições de crédito influenciam diretamente o agronegócio brasileiro, enquanto Cavessana e Vieira (2023) observaram que variações nas taxas de juros afetam a renovação da frota agrícola e a capacidade de modernização da produção.

Nos custos de depreciação de máquinas, os coeficientes da Taxa Selic foram de 8,6167 para a soja convencional (erro-padrão de 1,3624) e 8,6012 para a soja geneticamente modificada (erro-padrão de 1,3664), ambos altamente significativos ao nível de 0,1%. Esse comportamento pode ser explicado pelo fato de que a elevação da Selic reduz a renovação de equipamentos, o que se reflete em maiores custos de depreciação. Schultz e Brandt (2008) analisaram essa dinâmica e identificaram que o acesso ao crédito tem papel determinante na capacidade dos produtores de manter e modernizar seus equipamentos agrícolas.

O Risco país apresentou coeficientes negativos e estatisticamente significativos na maioria das categorias de custos analisadas, sugerindo que a percepção de risco econômico pode estar relacionada ao encarecimento dos financiamentos e à redução da disponibilidade de crédito para aquisição de maquinário agrícola.

Nos custos de depreciação de máquinas, os coeficientes foram de -0,5711 para a soja convencional (erro-padrão de 0,1646, significativo ao nível de 0,1%) e -0,3673 para a soja OGM (erro-padrão de 0,1651, significativo ao nível de 5%). Esses resultados sugerem que, em períodos de maior instabilidade econômica, há uma desaceleração nos investimentos em

renovação de equipamentos agrícolas, afetando seu processo de depreciação. Esse comportamento está alinhado com os estudos de Bredow et al. (2016), que analisaram a relação entre incertezas econômicas e investimentos no setor agrícola.

O Produto Interno Bruto (PIB) não apresentou significância estatística em nenhuma das categorias analisadas, sugerindo que o crescimento econômico não está diretamente relacionado aos custos de maquinário agrícola. No entanto, pode ter efeitos indiretos ao estimular a demanda por crédito e inovação tecnológica, conforme discutido por Nakabashi, Cruz e Scatolin (2008).

O Índice de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA) apresentou coeficientes negativos em todas as categorias, mas sem significância estatística, sugerindo que a inflação interna tem uma relação limitada com os custos de maquinário. Esse comportamento é consistente com as análises de Vochozka, Janek e Rowland (2018), que demonstraram que o repasse da inflação ao custo de equipamentos agrícolas ocorre de forma menos expressiva do que em outros insumos.

Os resultados das regressões indicam que a Taxa de Câmbio apresenta o comportamento mais expressivo sobre os custos de aquisição e manutenção de maquinário agrícola, seguida pela Taxa Selic, que está diretamente relacionada ao acesso ao crédito para investimentos no setor. O PIB e o IPCA tiveram efeitos limitados ou não significativos, reforçando que os custos de maquinário estão mais associados a condições de financiamento e volatilidade cambial do que ao crescimento econômico interno ou à inflação. Esses achados corroboram os estudos de Freitas (2023), Perales e Martínez (2022) e Cavessana e Vieira (2023), que analisaram como a conjuntura econômica está relacionada aos custos do setor agrícola e à capacidade de modernização da produção.

4.2.4 Armazenagem e benfeitorias

As despesas de armazenagem e a depreciação de benfeitorias representam uma parte relevante dos custos da produção de soja, englobando investimentos em logística e infraestrutura. Embora esses custos não estejam diretamente ligados à produção no campo, são essenciais para garantir eficiência na cadeia produtiva. A Tabela 8 apresenta os coeficientes estimados para essas regressões, detalhando como as principais variáveis econômicas estão associadas a essas despesas.

Tabela 7: Regressões custos de armazenagem e depreciação de benfeitorias.

Variável	Despesas armazenagem		Depreciação benfeitorias	
	<i>Convencional</i>	<i>OGM</i>	<i>Convencional</i>	<i>OGM</i>
PIB (Coef.)	2,367	2,5268	3,1321	-0,9481
PIB (E.P.)	2,1213	3,3118	3,3851	3,1582
PIB (valor-p)	0,2685	0,4508	0,3581	0,7660
TC (Coef.)	13,2861**	16,1525*	55,3060***	42,9970***
TC (E.P.)	4,9969	7,8012	7,9737	7,4392
TC (valor-p)	0,0098	0,0461	0,0000	0,0000
IPC (Coef.)	0,5109	1,2249	-5,8059*	-0,6768
IPC (E.P.)	1,7899	2,7944	2,8562	2,6647
IPC (valor-p)	0,7762	0,6639	0,0460	0,8012
SEL (Coef.)	1,1538	0,2323	7,9658***	5,1610**
SEL (E.P.)	1,0839	1,6923	1,7297	1,6138
SEL (valor-p)	0,2909	0,8916	0,0000	0,0032
RP (Coef.)	-0,0838	-0,0938	-0,3454	-0,3964.
RP (E.P.)	0,1309	0,2044	0,2089	0,1949
RP (valor-p)	0,5246	0,6495	0,1030	0,0507
R ² aj	0,1005	0,1657	0,5182	0,5265

Fonte: Elaborado pelo autor.

Legenda: *** denota significância ao nível de 0,1% ($p < 0,001$), ** ao nível de 1% ($p < 0,01$), * ao nível de 5% ($p < 0,05$), . ao nível de 10% ($p < 0,1$), e valores sem marcação indicam $p \geq 0,1$ (não significativos); Coef. refere-se aos coeficientes estimados; E.P. são os erros-padrão associados; valores-p indicam o nível de significância estatística; R²aj representa o R-quadrado ajustado, que mede a proporção da variabilidade explicada pelo modelo; PIB é o Produto Interno Bruto, TC a Taxa de Câmbio, IPC o Índice de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA), SEL a Taxa Selic e RP o Risco País.

A Taxa de Câmbio apresentou coeficientes altamente significativos ao nível de 0,1% e 5% para ambas as categorias analisadas, sugerindo que a valorização do dólar está relacionada ao aumento dos custos de armazenagem e depreciação de benfeitorias.

Nos custos de armazenagem, os coeficientes foram 13,2861 para a soja convencional (erro-padrão de 4,9969, significativo ao nível de 1%) e 16,1525 para a soja geneticamente modificada (erro-padrão de 7,8012, significativo ao nível de 5%). Esses resultados indicam que a volatilidade cambial pode estar associada aos custos de estocagem e logística, possivelmente devido ao aumento no custo de insumos como silos metálicos, equipamentos de secagem e transporte rodoviário, que frequentemente dependem de peças e tecnologia importadas.

Esse comportamento está alinhado com os estudos de Rosolen, Araújo e Lyrio (2013), que analisaram a relação entre oscilações cambiais e a estrutura de custos logísticos do setor agrícola. Além disso, Stockl, Moreira e Giuberti (2017) verificaram que a desvalorização do real está relacionada ao aumento do custo de transporte e armazenamento, especialmente devido

ao encarecimento do diesel e dos serviços logísticos, o que aumenta a pressão sobre os produtores.

Entretanto, o R-quadrado ajustado relativamente baixo (0,1005 para a soja convencional e 0,1657 para a OGM) sugere que outros fatores também contribuem para a variabilidade dos custos de armazenagem. A ausência de significância estatística para variáveis como Produto Interno Bruto (PIB) e Índice de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA) indica que esses custos podem estar mais associados a fatores externos e sazonais, como variações na demanda global por commodities e mudanças na política de estocagem. Perales e Martínez (2022) analisaram esse comportamento e destacaram a relação entre volatilidade cambial, contratos futuros de grãos e os custos de armazenamento e comercialização da produção.

Na depreciação de benfeitorias, que inclui estruturas como silos, galpões e estradas internas, a Taxa de Câmbio apresentou coeficientes de 55,3060 para a soja convencional (erro-padrão de 7,9737) e 42,9970 para a soja OGM (erro-padrão de 7,4392), ambos altamente significativos ao nível de 0,1%. Esse resultado sugere que os investimentos em infraestrutura rural apresentam comportamentos fortemente associados às oscilações cambiais, especialmente devido à dependência de materiais importados, como aço, cimento e equipamentos tecnológicos utilizados em sistemas de armazenagem.

Essa relação já havia sido analisada por Braga e Oliveira (2018), que verificaram que a variação cambial pode alterar não apenas os custos dos insumos produtivos, mas também os gastos logísticos e de infraestrutura agrícola. Copetti e Coronel (2020) também destacaram que o repasse da taxa de câmbio para os preços de armazenagem pode ser parcial, mas ainda assim relevante, afetando principalmente regiões mais distantes dos portos exportadores.

A Taxa Selic apresentou coeficientes significativos na depreciação de benfeitorias, indicando que as condições de crédito estão associadas à capacidade dos produtores de realizar investimentos em infraestrutura.

Nos custos de depreciação de benfeitorias, os coeficientes foram 7,9658 para a soja convencional (erro-padrão de 1,7297, significativo ao nível de 0,1%) e 5,1610 para a soja geneticamente modificada (erro-padrão de 1,6138, significativo ao nível de 1%). O R-quadrado ajustado foi de 0,5182 para a soja convencional e 0,5265 para a soja OGM, sugerindo que a Taxa Selic explica parte considerável da variação nos custos de infraestrutura agrícola.

Esse comportamento está em conformidade com os estudos de Cavessana e Vieira (2023), que analisaram como variações nas taxas de juros podem alterar a decisão de investimentos no setor agrícola, influenciando a modernização e a ampliação da infraestrutura produtiva. Freitas (2023) também destacou que restrições ao crédito afetam as estratégias de

estocagem e logística no agronegócio, reduzindo a capacidade dos produtores de armazenar e negociar melhores preços.

O Risco país apresentou coeficiente negativo e marginalmente significativo apenas na soja OGM, sugerindo que a percepção de risco econômico pode estar associada ao financiamento de longo prazo no setor agrícola.

Na depreciação de benfeitorias, o coeficiente do RP foi de -0,3964 para a soja OGM (erro-padrão de 0,1949, significativo ao nível de 10%), o que sugere que períodos de maior percepção de risco podem afetar as taxas de financiamento para investimentos em infraestrutura rural. O R-quadrado ajustado de 0,5265 para a soja OGM indica que mais da metade da variação nos custos de depreciação de benfeitorias pode ser explicada pelas variáveis analisadas, com o RP apresentando um comportamento moderado. Esse resultado está alinhado com os estudos de Bredow et al. (2016), que analisaram a relação entre risco econômico e acesso a crédito no agronegócio brasileiro, e com Cavessana e Vieira (2023), que observaram que variações no risco-país podem alterar as taxas de juros aplicadas aos financiamentos rurais, modificando o custo do capital para investimentos estruturais.

Os resultados indicam que a Taxa de Câmbio e a Taxa Selic apresentam os comportamentos mais expressivos sobre os custos de armazenagem e infraestrutura agrícola, influenciando tanto os custos operacionais quanto os investimentos de longo prazo. O IPCA demonstrou relação com a depreciação de benfeitorias, enquanto o Risco país teve participação marginal na soja OGM. Além disso, os valores de R-quadrado ajustado sugerem que as variáveis econômicas explicam bem a variação dos custos de infraestrutura, especialmente na depreciação de benfeitorias, onde a taxa de câmbio e a Selic são fatores fundamentais.

4.2.5 Custo total e preço de venda

Os custos totais de produção e os preços de venda da soja refletem a interação entre variáveis econômicas internas e externas, sintetizando os elementos que moldam a competitividade do setor. Enquanto os custos totais estão associados ao comportamento dos preços dos insumos, das condições de crédito e da taxa de câmbio, os preços de venda são determinados pelo mercado internacional, variando conforme as condições econômicas e a demanda externa.

A Tabela 9 apresenta os coeficientes das regressões estimadas, detalhando como a taxa de câmbio, a taxa de juros e outros indicadores econômicos estão relacionados aos custos totais e aos preços de venda da soja.

Tabela 8: Regressões custo total e preço de venda.

Variável	Custo total		Preço de venda	
	Convencional	OGM	Convencional	OGM
PIB (Coef.)	32,0874	10,2384	5,0448***	4,8881***
PIB (E.P.)	43,3622	55,3934	0,7715	1,1981
PIB ((valor-p)	0,4619	0,8546	0,0000	0,0003
TC (Coef.)	1799,0572***	2064,8939***	34,3215***	34,6885***
TC (E.P.)	102,1420	130,4822	1,8173	2,8223
TC (valor-p)	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
IPC (Coef.)	-107,6132**	-79,3688.	1,4645*	1,3918
IPC (E.P.)	36,5873	46,7388	0,6509	1,0109
IPC (valor-p)	0,0045	0,0995	0,0274	0,1776
SEL (Coef.)	335,1657***	347,2613***	2,1846***	1,9148**
SEL (E.P.)	22,1573	28,3050	0,3942	0,6122
SEL (valor-p)	0,0000	0,0000	0,0000	0,0036
RP (Coef.)	-12,9023***	-14,8631***	0,0644	0,0682
RP (E.P.)	2,6768	3,4195	0,0476	0,0733
RP (valor-p)	0,0000	0,0001	0,1803	0,3598
R ² aj	0,8770	0,9147	0,9162	0,9019

Fonte: Elaborado pelo autor.

Legenda: *** denota significância ao nível de 0,1% ($p < 0,001$), ** ao nível de 1% ($p < 0,01$), * ao nível de 5% ($p < 0,05$), . ao nível de 10% ($p < 0,1$), e valores sem marcação indicam $p \geq 0,1$ (não significativos); Coef. refere-se aos coeficientes estimados; E.P. são os erros-padrão associados; valores-p indicam o nível de significância estatística; R²aj representa o R-quadrado ajustado, que mede a proporção da variabilidade explicada pelo modelo; PIB é o Produto Interno Bruto, TC a Taxa de Câmbio, IPC o Índice de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA), SEL a Taxa Selic e RP o Risco País.

A taxa de câmbio foi o principal fator relacionado ao comportamento dos custos totais da produção de soja, apresentando coeficientes altamente significativos ao nível de 0,1%. Os coeficientes estimados foram de 1.799,0572 para a soja convencional e 2.064,8939 para a soja geneticamente modificada, com erros-padrão de 102,1420 e 130,4822, respectivamente. O R-quadrado ajustado elevado (0,8770 para a soja convencional e 0,9147 para a soja geneticamente modificada) indica que a taxa de câmbio explica grande parte da variação nos custos de produção.

Esses achados estão alinhados com os estudos de Freitas (2023) e Braga e Oliveira (2018), que verificaram que a desvalorização do real está associada ao aumento dos custos da produção de soja, devido à forte dependência de insumos importados, como fertilizantes, defensivos agrícolas e maquinário. A literatura também destaca que, apesar do aumento nos custos de produção, a desvalorização cambial pode favorecer as exportações, reduzindo parcialmente os impactos financeiros para os produtores (Rosolen, Araújo e Lyrio, 2013).

Essa relação também foi observada em outras commodities agrícolas. Borges Junior (2024) demonstrou que, no setor cafeeiro, a variação cambial impacta principalmente os custos operacionais e de armazenagem, enquanto no milho e no trigo, conforme apontado por Perales e Martínez (2022), a volatilidade cambial afeta mais fortemente os preços futuros do que os preços à vista, refletindo a previsibilidade diferenciada dessas culturas nos mercados internacionais.

A taxa Selic também apresentou coeficientes expressivos sobre os custos totais da produção de soja, com valores de 335,1657 para a soja convencional e 347,2613 para a soja geneticamente modificada, ambos altamente significativos ao nível de 0,1%. O erro-padrão das estimativas foi de 22,1573 e 28,3050, respectivamente, e o R-quadrado ajustado elevado (0,8770 e 0,9147) reforça que a taxa de juros tem um papel central na estrutura de custos do setor, especialmente devido à relação com o financiamento agrícola.

Esse comportamento já foi analisado por Rodrigues (2020) e Bredow et al. (2016), que verificaram que a elevação da taxa de juros reduz o acesso ao crédito, aumentando os custos financeiros da produção e dificultando investimentos em modernização e expansão produtiva.

No entanto, no caso do trigo e do café, o impacto da Taxa SELIC é ainda mais expressivo. Segundo Borges Junior (2024), a produção de café no Brasil é altamente dependente de crédito agrícola, o que faz com que o aumento dos juros tenha um impacto direto no custo total da produção, muitas vezes obrigando os produtores a refinanciarem suas operações. Já Perales e Martínez (2022) destacam que, no caso do trigo, o impacto das taxas de juros é mais evidente no financiamento de estoques, pois essa cultura tem ciclos produtivos e comerciais distintos da soja.

A análise do impacto da inflação sobre os custos totais revelou um coeficiente negativo e estatisticamente significativo para a soja convencional, indicando que o IPCA pode estar associado a uma compressão de margens e ajustes internos nos preços da soja. O coeficiente estimado foi de -107,6132, com erro-padrão de 36,5873, sendo significativo ao nível de 1%. Esse resultado sugere que, em períodos de alta inflação, a capacidade dos produtores de repassar aumentos de custos pode ser limitada, levando a ajustes na rentabilidade do setor. Rosolen, Araújo e Lyrio (2013) discutiram um fenômeno semelhante, observando que a inflação pode reduzir o poder de precificação dos produtores agrícolas em mercados altamente competitivos.

No caso do Risco País, os coeficientes foram negativos e altamente significativos, com valores de -12,9023 para a soja convencional e -14,8631 para a soja OGM, ambos significativos ao nível de 0,1%. Esse resultado sugere que, em períodos de maior percepção de risco econômico, pode haver uma redução na pressão sobre os custos totais da produção. Isso pode

ocorrer devido à retração na demanda por insumos e à contenção de investimentos em expansão da capacidade produtiva, o que limita o crescimento dos custos operacionais.

Esse comportamento pode estar relacionado a diferentes fatores econômicos. Um Risco País menor pode atrair mais investimentos estrangeiros e fortalecer a moeda nacional, o que pode encarecer insumos importados, como fertilizantes, agrotóxicos e maquinários, elevando os custos de produção. Além disso, um cenário de menor risco pode facilitar o acesso ao crédito, reduzindo as taxas de juros e incentivando investimentos em tecnologia e insumos de qualidade, o que pode aumentar os custos no curto prazo.

Outro aspecto relevante é que um Risco País reduzido pode estar atrelado a um cenário econômico mais aquecido, elevando a demanda por mão de obra e infraestrutura rural, o que também pode impactar a estrutura de custos da produção agrícola. Dessa forma, apesar de ser um indicador geralmente associado a um ambiente econômico mais favorável, um menor Risco País pode ter desdobramentos que aumentam os custos produtivos, dependendo da dinâmica do setor.

Esse comportamento já foi analisado por Cavessana e Vieira (2023), que verificaram que oscilações no risco econômico afetam a dinâmica de investimento do setor agrícola, com reflexos na estrutura de custos. Bredow et al. (2016) também destacaram que, em períodos de maior risco econômico, produtores tendem a postergar compras e racionalizar o uso de insumos, o que pode explicar a relação negativa observada entre o Risco País e os custos totais da produção de soja.

A análise do preço de venda da soja confirmou a taxa de câmbio como a variável com maior comportamento, com coeficientes estimados em 34,3215 para a soja convencional e 34,6885 para a soja geneticamente modificada, ambos altamente significativos ao nível de 0,1%. Os erros-padrão foram de 1,8173 e 2,8223, respectivamente, e o R-quadrado ajustado elevado (0,9162 para a soja convencional e 0,9019 para a soja geneticamente modificada) sugere que as variações cambiais exercem forte comportamento sobre a precificação da soja no mercado internacional.

No entanto, é importante ressaltar que, embora a análise das regressões indique relações estatísticas entre os preços da soja e variáveis econômicas, a precificação da commodity ocorre majoritariamente em bolsas internacionais, como a Chicago Board of Trade (CBOT), sendo influenciada por oferta e demanda globais, estoques, safras concorrentes e fatores climáticos. Dessa forma, ainda que a taxa de câmbio apresente comportamento relevante no contexto da exportação brasileira, os preços da soja são formados em um ambiente de mercado amplo e competitivo, onde múltiplos fatores determinam as cotações.

Essa relação entre câmbio e preço de venda também é observada no café e no milho. Segundo Freitas (2023), o preço do café arábica no Brasil responde fortemente às variações da taxa de câmbio BRL/USD, principalmente em períodos de instabilidade econômica. Já Abebe (2020) analisou a volatilidade dos preços do café etíope e concluiu que a variação cambial comporta-se de maneira mais volátil do que no caso da soja, tornando os preços do café mais imprevisíveis no longo prazo.

No caso do milho, Perales e Martínez (2022) apontam que o preço dos contratos futuros dessa commodity tende a refletir variações cambiais com um efeito retardado, diferentemente da soja, que responde de maneira mais imediata. Esse efeito sugere que, embora a soja e o milho compartilhem características de precificação global, a soja tende a ser mais sensível a oscilações cambiais de curto prazo.

Além da taxa de câmbio, o Produto Interno Bruto apresentou coeficientes positivos e estatisticamente significativos para os preços de venda da soja, sugerindo que o crescimento econômico impulsiona a demanda global por commodities agrícolas e, consequentemente, favorece o setor exportador. Os coeficientes estimados foram de 5,0448 para a soja convencional e 4,8881 para a soja geneticamente modificada, ambos significativos ao nível de 0,1%.

Esse efeito foi identificado também por Braga e Oliveira (2018), que evidenciaram que a renda mundial tem comportamento direto na precificação da soja e do milho. Concordante a isso, Ephrem (2021), ao analisar o mercado do café etíope, também constatou que o PIB dos países importadores se comporta de forma ainda mais expressiva sobre os preços de exportação do café, sugerindo que essa commodity apresenta uma elasticidade-preço da demanda superior à da soja.

Os resultados das regressões evidenciam que a relação entre custos totais e preços de venda demonstra comportamentos distintos para cada variável econômica. Enquanto a taxa de câmbio tem um efeito duplo, elevando os custos de produção devido à dependência de insumos importados e, ao mesmo tempo, aumentando a competitividade das exportações, a taxa Selic afeta diretamente os custos, tornando o crédito mais caro e restringindo o financiamento agrícola, sem apresentar um efeito imediato nos preços de venda.

Já o crescimento econômico global, medido pelo Produto Interno Bruto (PIB), apresenta uma relação mais direta com os preços de venda da soja, indicando que a renda mundial se comporta como um fator que impulsiona a demanda por commodities agrícolas. No entanto, o PIB não demonstrou associação significativa com os custos totais de produção, sugerindo que esses custos estão mais ligados a fatores como câmbio, juros e inflação interna.

Estudos anteriores indicam que a relação entre custos totais e preços de venda observada na soja também se manifesta em outras commodities agrícolas, embora com particularidades em cada setor. Borges Junior (2024) demonstrou que, no café, o custo do crédito tem um peso ainda maior, tornando os custos totais altamente sensíveis à taxa Selic, enquanto os preços de exportação são fortemente comportados pelo PIB dos países importadores. Essa maior elasticidade da demanda também foi identificada por Ephrem (2021) no mercado do café etíope, onde os preços de exportação se ajustam mais rapidamente a choques externos do que na soja, que apresenta uma resposta mais gradual às variações da economia global.

No caso do trigo, Perales e Martínez (2022) mostraram que a volatilidade da taxa de câmbio se comporta de forma mais expressiva nos preços futuros do que nos preços à vista, indicando que a precificação da commodity responde com defasagem às variações cambiais. Já no milho, Rosolen, Araújo e Lyrio (2013) identificaram que a precificação tende a responder com um efeito retardado às oscilações cambiais, diferentemente da soja, que ajusta seus preços de maneira mais imediata no mercado global devido ao seu volume de exportação e à estrutura dos contratos internacionais.

Além disso, Cavessana e Vieira (2023) analisaram as exportações agrícolas latino-americanas e identificaram que, enquanto a soja se adapta rapidamente a choques cambiais, o café e o trigo enfrentam dificuldades prolongadas, especialmente em períodos de alta volatilidade financeira. Essa diferença se deve, em parte, às estruturas de comercialização e armazenamento dessas culturas, conforme apontado por Vochozka, Janek e Rowland (2018), que destacaram que commodities com estoques mais flexíveis, como a soja, tendem a ter respostas mais ágeis às flutuações econômicas, enquanto o café e o trigo podem sofrer efeitos prolongados em períodos de crise.

A análise reforça a necessidade de estratégias de gestão que levem em conta as variações econômicas para mitigar riscos e otimizar a competitividade do setor agrícola. O acompanhamento das condições econômicas globais e da política monetária interna é essencial para garantir maior previsibilidade nos custos e preços da produção, auxiliando na tomada de decisão dos produtores e exportadores (Freitas, 2023; Braga e Oliveira, 2018; Perales e Martínez, 2022).

4.2.6 Síntese dos impactos econômicos nos custos e preços

Os Quadros 7 e 8 sintetizam os principais achados da pesquisa, organizando o comportamento das variáveis econômicas em relação aos custos e preços da produção de soja

no Brasil. A análise evidencia que a Taxa de Câmbio se destaca em praticamente todas as categorias analisadas, refletindo a dependência estrutural do setor de insumos importados e o impacto das oscilações cambiais na competitividade internacional da soja brasileira. Esse comportamento já foi discutido na literatura, com Braga e Oliveira (2018) apontando que a valorização do real pode elevar os custos produtivos da soja, enquanto Freitas (2023) destaca que oscilações cambiais afetam tanto os custos diretos da produção quanto a competitividade da soja brasileira no mercado internacional.

Esse comportamento também é observado em outras commodities agrícolas. Perales e Martínez (2022) analisaram culturas como milho e trigo e constataram que, embora o câmbio tenha relação com essas culturas, a soja demonstra maior sensibilidade devido à sua forte integração com o comércio global. O alto volume exportado e a dependência de insumos importados fazem com que os custos da soja reajam de maneira mais imediata às variações cambiais, diferentemente do milho ou do trigo, cujas oscilações ocorrem com defasagem no mercado futuro.

O Quadro 7 organiza quais variáveis econômicas estão associadas ao comportamento dos custos de produção e dos preços da soja no Brasil:

Quadro 7: Síntese das variáveis econômicas associadas aos custos e preços da soja.

Variável de Custo	Variável Econômica Mais Influyente
Sementes	Taxa de Câmbio, Taxa Selic, Risco País
Fertilizantes	Taxa de Câmbio, PIB (convencional), Taxa Selic
Defensivos agrícolas	Taxa de Câmbio, Taxa Selic, Risco País (convencional)
Mão-de-obra	Taxa de Câmbio (OGM)
Administrador	Taxa de Câmbio
CESSR	Taxa de Câmbio, PIB
Assistência técnica	Taxa de Câmbio, Taxa Selic
Tratores e colheitadeiras	Taxa de Câmbio, Taxa Selic
Depreciação de máquinas	Taxa de Câmbio, Taxa Selic, Risco País
Armazenagem	Taxa de Câmbio
Depreciação de benfeitorias	Taxa de Câmbio, Taxa Selic
Depreciação de implementos	Taxa de Câmbio, Taxa Selic, Risco País (convencional)
Custos totais	Taxa de Câmbio, Taxa Selic, IPCA (convencional), Risco País
Preços de venda	Taxa de Câmbio, PIB, Taxa Selic, IPCA (convencional)

Fonte: Elaborado pelo autor.

A Taxa Selic também apresentou relação significativa com os custos, principalmente em categorias dependentes de crédito, como assistência técnica, depreciação de ativos e CESSR. Esses achados estão alinhados com Rodrigues (2020), que analisou os efeitos dos juros sobre o financiamento agrícola, e Borges Junior (2024), que identificou um comportamento ainda mais expressivo no setor cafeeiro, onde a dependência de crédito é maior. A relação da Selic com os custos agrícolas ressalta a importância de políticas de financiamento mais acessíveis e previsíveis, reduzindo oscilações na estrutura produtiva.

Por outro lado, o Risco País apresentou comportamento mais restrito, sendo significativo apenas em categorias como custos de máquinas e investimentos de longo prazo. Esse resultado está em conformidade com os estudos de Cavessana e Vieira (2023), que analisaram como a percepção de risco econômico está associada ao acesso ao crédito e ao custo do capital produtivo. Em períodos de maior incerteza econômica, há encarecimento do financiamento e menor disposição para investimentos estruturais, afetando principalmente a renovação de maquinário e as decisões de longo prazo dos produtores.

Para complementar a análise, o Quadro 8 apresenta uma síntese detalhada dos principais achados da pesquisa, organizando as conclusões mais relevantes sobre o comportamento das variáveis econômicas em relação aos custos e preços da soja.

Quadro 8: Síntese dos principais achados da pesquisa.

Achado Principal	Descrição
Taxa de Câmbio com presença em todas as categorias	Relacionada a custos e preços, especialmente em insumos importados como fertilizantes e defensivos agrícolas.
Taxa Selic e custos financeiros	Relacionada a custos como administração, depreciação e assistência técnica, além de custos totais e preços de venda.
Risco País com comportamento restrito	Presente apenas em custos de máquinas e investimentos de longo prazo, sem relação com a maior parte das demais categorias.
PIB e IPCA com relação indireta	O PIB apresentou associação com os custos totais, enquanto o IPCA teve relação marginal em categorias como assistência técnica.
Maior sensibilidade cambial na soja OGM	Custos de insumos e tecnologias especializadas da soja OGM apresentaram maior variação conforme a Taxa de Câmbio.
Soja convencional com custos mais estáveis	Apresentou menor dependência de insumos importados, resultando em maior estabilidade de custos.
Relação entre custos totais e preços de venda	A Taxa de Câmbio esteve presente em ambos, com compensação parcial na competitividade internacional.
Medidas para reduzir oscilações cambiais	Hedge cambial, incentivos à produção local e crédito agrícola foram apontados como essenciais para reduzir a exposição do setor a variações externas.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Os resultados ressaltam a importância de estratégias que tornem a gestão de custos mais previsível e reduzam a vulnerabilidade do setor às oscilações econômicas. Medidas como hedge cambial, incentivos à produção local de insumos e políticas de crédito acessíveis podem proporcionar maior estabilidade ao planejamento dos produtores e minimizar incertezas.

As diferenças observadas entre os perfis de produção indicam que algumas estruturas de custo são mais estáveis, enquanto outras apresentam maior sensibilidade a mudanças no cenário econômico. Essa variação reforça a necessidade de mecanismos que auxiliem no planejamento e na adaptação a diferentes condições de mercado.

O comportamento dos custos ao longo do tempo também demonstra que oscilações econômicas afetam tanto despesas operacionais quanto decisões de investimento. Um ambiente

previsível e estruturado pode favorecer uma gestão mais eficiente e ampliar a capacidade dos produtores de se planejarem para o longo prazo.

A competitividade do setor depende da redução de incertezas e da construção de condições mais favoráveis para a tomada de decisão. Estratégias que garantam maior previsibilidade e flexibilidade diante de variações de mercado são fundamentais para a sustentabilidade da produção e para a continuidade dos investimentos no setor agrícola.

4.3 Discussão com a Teoria da Contingência

Os resultados desta pesquisa reforçam os pressupostos da Teoria da Contingência, ao demonstrar que a estrutura de custos e preços da produção de soja no Brasil não segue um modelo fixo, mas se adapta ao comportamento das variáveis econômicas externas. Essa característica indica que não há uma única abordagem gerencial eficaz para o setor, sendo necessária uma adequação contínua às mudanças do ambiente econômico para que os produtores mantenham sua competitividade.

A Teoria da Contingência, conforme discutido por Otley (1980), propõe que não existe um modelo gerencial universalmente eficiente, pois a eficácia de qualquer estratégia depende do comportamento do ambiente em que a organização está inserida. No contexto da produção de soja, variações na taxa de câmbio, na taxa Selic e na percepção de risco econômico se apresentam como elementos contingenciais que afetam diretamente a estrutura de custos. Assim, a eficiência gerencial no setor agrícola não pode ser estática, mas deve ser ajustada conforme as mudanças no ambiente econômico.

O comportamento da taxa de câmbio nos custos de produção destaca a dependência estrutural do agronegócio brasileiro das condições do mercado externo, exigindo dos produtores estratégias adaptativas para mitigar os impactos cambiais. A volatilidade do câmbio, por exemplo, torna essencial o uso de hedge cambial para reduzir riscos financeiros e garantir maior previsibilidade nas margens de lucro. Além disso, a diversificação de fornecedores de insumos pode reduzir a vulnerabilidade às oscilações monetárias, proporcionando maior estabilidade no longo prazo.

Outro aspecto fundamental é o comportamento da taxa Selic nos custos operacionais e de financiamento do setor. De acordo com Waterhouse e Tiessen (1978), a Teoria da Contingência sugere que organizações eficazes ajustam sua estrutura financeira conforme as pressões externas. No caso da soja, isso significa que os produtores precisam monitorar ativamente o ambiente monetário e adotar estratégias diferenciadas de financiamento conforme

as variações da taxa de juros. Quando a Selic está elevada, por exemplo, há um encarecimento do crédito agrícola, tornando essencial a renegociação de dívidas, o uso de linhas de crédito subsidiadas e a gestão eficiente do fluxo de caixa para evitar impactos severos na rentabilidade da produção.

Além disso, o comportamento do Risco País teve maior relevância em investimentos de longo prazo, especialmente na renovação de máquinas e na modernização da infraestrutura agrícola. Esse resultado sugere que as decisões de investimento no setor não podem ser tomadas isoladamente, mas devem considerar o nível de incerteza econômica e política. Esse achado reforça a visão de Haldma e Lääts (2002), que argumentam que a capacidade de ajuste das organizações às condições externas é determinante para sua sustentabilidade no longo prazo.

Outro aspecto central da Teoria da Contingência é a diferença nas estratégias gerenciais conforme o modelo produtivo adotado. Os resultados indicam que a soja OGM apresenta um comportamento mais sensível às oscilações econômicas, devido à dependência de tecnologias patenteadas e insumos importados. Por outro lado, a soja convencional mostrou maior resiliência devido a uma menor dependência de insumos externos, o que permite aos produtores adotar estratégias menos expostas ao risco cambial. Essa diferenciação demonstra que não há uma única abordagem para todos os produtores, sendo essencial que cada modelo produtivo desenvolva soluções específicas conforme suas características e nível de exposição ao ambiente externo.

Além disso, os resultados indicam que a relação entre custos e preços de venda não é linear, pois mudanças no comportamento das variáveis econômicas podem gerar efeitos compensatórios ou amplificadores. A desvalorização cambial, por exemplo, pode elevar os custos de produção, mas ao mesmo tempo aumentar os preços de exportação, afetando de maneira distinta a lucratividade do setor. Esse fenômeno destaca a necessidade de um planejamento estratégico flexível, que considere tanto a gestão eficiente dos custos internos quanto a adaptação às condições de mercado.

Essa pesquisa contribui para a Teoria da Contingência ao incorporar a percepção de risco econômico como um fator contingencial adicional, destacando sua relação com os custos e investimentos no setor agrícola. Enquanto estudos anteriores focam principalmente em variáveis como taxa de câmbio e juros, os resultados deste trabalho evidenciam que a incerteza econômica também impacta decisões de financiamento, renovação de maquinário e expansão da infraestrutura. Dessa forma, este estudo amplia a aplicação da Teoria da Contingência no agronegócio ao demonstrar que, além das condições de mercado e crédito, a percepção de estabilidade econômica exerce papel central na estruturação das estratégias produtivas.

Dessa forma, os achados desta pesquisa reforçam que a produção de soja no Brasil está diretamente relacionada ao comportamento do ambiente econômico, exigindo planejamento estratégico contínuo e adaptação gerencial dinâmica. A Teoria da Contingência enfatiza que a previsibilidade no ambiente de negócios é limitada, o que exige respostas rápidas e estratégicas às mudanças do cenário macroeconômico (Bertero, 1998; Covaleski et al., 2003).

Por fim, a pesquisa sugere que o desempenho do setor agrícola depende da capacidade dos produtores de ajustar suas estratégias operacionais e financeiras conforme o comportamento do ambiente econômico. Para isso, torna-se essencial o uso de ferramentas de gestão de risco, a diversificação de fontes de financiamento e a busca por maior autonomia na produção de insumos estratégicos. Essas adaptações são fundamentais para proporcionar maior estabilidade financeira e competitividade no mercado global, tornando o setor menos vulnerável a oscilações externas.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo teve como objetivo investigar como variáveis econômicas influenciam os custos de produção e a formação de preços da soja OGM e convencional nas principais regiões produtoras do Brasil. A relevância do agronegócio, especialmente da cultura da soja, para a economia nacional justifica a necessidade de compreender como fatores econômicos impactam a estrutura de custos e a precificação do setor.

A pesquisa adotou uma abordagem quantitativa, utilizando modelagem econométrica com dados em painel para capturar as interações entre variáveis ao longo do tempo e entre diferentes regiões produtoras no período de 2014 a 2023. Os dados foram obtidos a partir de bases secundárias da Companhia Nacional de Abastecimento (Conab), do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), do Banco Central do Brasil e do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA). Para viabilizar as análises foi utilizado o software Stata.

Os resultados confirmam que a Taxa de Câmbio é a principal determinante dos custos de produção, afetando insumos importados como fertilizantes, defensivos e sementes, o que reforça a dependência estrutural do setor de variações cambiais. A soja OGM mostrou-se mais sensível ao câmbio, devido à sua maior utilização de biotecnologia e insumos patenteados, enquanto a soja convencional apresentou maior resiliência às oscilações externas. A Taxa Selic também demonstrou impacto significativo, principalmente em custos financeiros, investimentos em infraestrutura e assistência técnica, afetando a capacidade de financiamento e expansão do setor.

A relação entre crescimento econômico (PIB) e custos produtivos não foi estatisticamente significativa, mas observou-se um efeito positivo do PIB sobre os preços de venda, indicando que o aumento da demanda global impulsiona a valorização da soja no mercado internacional. O IPCA influenciou alguns custos operacionais, mas seu impacto foi limitado, sugerindo que os efeitos da inflação são menos diretos na estrutura de custos do setor. O Risco País afetou especialmente os investimentos de longo prazo, evidenciando que a incerteza econômica pode restringir o acesso ao crédito e à modernização da infraestrutura agrícola.

A interpretação dos resultados sob a ótica da Teoria da Contingência reforça a necessidade de adaptação contínua dos produtores às condições econômicas. Como argumentam Bertero (1998) e Haldma e Lääts (2002), não há uma estratégia única e fixa para a gestão eficiente no agronegócio, sendo essencial que as decisões produtivas se ajustem ao contexto econômico vigente. A relação entre câmbio, crédito e custos de produção evidencia

que os produtores precisam adotar estratégias para mitigar riscos, como hedge cambial, diversificação de fornecedores e financiamento adequado, garantindo maior previsibilidade e resiliência diante das oscilações externas. Além disso, a maior vulnerabilidade da soja OGM às variações cambiais sugere que a escolha entre diferentes modelos produtivos deve levar em conta a exposição a riscos econômicos, o que está alinhado ao pensamento contingencial de Espejo e Frezatti (2008).

As contribuições do estudo abrangem diferentes dimensões. No campo teórico, os resultados aprofundam a compreensão sobre a relação entre volatilidade cambial, política monetária e formação de preços no agronegócio, reforçando a importância das variáveis econômicas para a estrutura de custos da produção agrícola. Além disso, o estudo amplia a literatura ao encontrar fatores determinantes de custos no agronegócio, associando-os à Teoria da Contingência e evidenciando como a adaptação às condições econômicas é essencial para a gestão eficiente da produção agrícola.

Metodologicamente, a aplicação de regressões com dados em painel amplia a abordagem quantitativa na análise dos custos de commodities agrícolas, fornecendo um modelo replicável para estudos futuros. A pesquisa também se diferencia por sistematizar a análise dos determinantes de custos, estruturando a relação entre as variáveis econômicas e os custos de produção, o que facilita sua aplicação em diferentes segmentos do agronegócio e contribui para a consolidação de um referencial analítico mais robusto.

Em termos práticos, os achados podem auxiliar produtores e gestores do agronegócio na formulação de estratégias para lidar com oscilações cambiais e variações na taxa de juros, além de fornecer subsídios para a formulação de políticas públicas voltadas ao financiamento agrícola e à redução da exposição cambial do setor.

Apesar das contribuições da pesquisa, algumas limitações devem ser destacadas. A indisponibilidade de dados detalhados sobre os custos de mão de obra na Conab restringiu a análise dessa variável, impossibilitando uma avaliação mais aprofundada sobre os efeitos da política econômica nos custos salariais do setor agrícola. Além disso, fatores externos não contemplados no modelo, como eventos climáticos e inovações tecnológicas, podem influenciar a formação dos custos e preços da soja, representando uma lacuna para estudos futuros. Além disso, a modelagem econométrica utilizada permitiu capturar a relação entre variáveis econômicas e custos, mas não considera integralmente efeitos estruturais e dinâmicas microeconômicas específicas das propriedades rurais.

Para pesquisas futuras, sugere-se ampliar a análise para outras culturas agrícolas, como algodão e trigo, permitindo avaliar se os efeitos das variáveis econômicas identificados

para a soja se replicam em outros segmentos do agronegócio. Além disso, a inclusão de variáveis climáticas e ambientais pode aprimorar a compreensão sobre como fatores externos influenciam a competitividade e os custos de produção no setor agrícola. Estudos comparativos entre diferentes países ou regiões também podem fornecer uma visão mais ampla sobre a relação entre política econômica e competitividade agrícola em distintos contextos produtivos.

REFERÊNCIAS

- ABEBE, Teshome Hailemeskel. Modeling time-varying coffee price volatility in Ethiopia. **Journal of Applied Economics**, v. 23, n. 1, p. 497-518, 2020. <https://doi.org/10.1080/15140326.2020.1804304>
- ADEBAYO, Tomiwa Sunday et al. Role of country risks and renewable energy consumption on environmental quality: Evidence from MINT countries. **Journal of Environmental Management**, v. 327, p. 116884, 2023. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.116884>
- ALMEIDA, Jobson Louis Santos de; GARCIA, Joana Coeli Ribeiro; FREIRE, Gustavo Henrique de Araújo. Teoria da contingência no contexto capacitante da biblioteca multinível. **Perspectivas em Ciência da Informação**, v. 25, p. 160-178, 2020. <https://doi.org/10.1590/1981-5344/3875>
- ARAÚJO, Eliane; CALDARELLI, Carlos; CORTAPASSO, João. Padrões da transmissão cambial para taxa de inflação no Brasil. **Nova Economia**, v. 33, n. 2, p. 363-392, 2023. <https://doi.org/10.1590/0103-6351/7570>
- ARRUDA, Andréa Ferraz de. **Macroeconomia e preços de commodities agrícolas**. 2008. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.
- BANCO CENTRAL DO BRASIL. O que é taxa de câmbio. *Banco Central do Brasil*, 2023. Disponível em: <https://www.bcb.gov.br/meubc/faqs/p/o-que-e-taxa-de-cambio>. Acesso em: 1 nov. 2023.
- BANCO CENTRAL DO BRASIL. Taxa SELIC. *Banco Central do Brasil*, 2023. Disponível em: <https://www.bcb.gov.br/controleinflacao/taxaSELIC>. Acesso em: 1 nov. 2023.
- BENDINELLI, Wellington Gustavo et al. Preços do complexo soja na China e nos Estados Unidos. **Revista de Política Agrícola**, v. 25, n. 3, p. 95-107, 2016.
- BENTO, José Alex Nascimento et al. Impacto do El Niño oscilação sul (ENOS) e da El Niña no mercado da soja brasileira. **DRd-Desenvolvimento Regional em debate**, v. 10, p. 1326-1350, 2020. <https://doi.org/10.24302/drd.v10i0.3151>
- BERTERO, Carlos Osmar. Nota técnica: teoria da contingência estrutural. **CLEGG et al. Handbook de estudos organizacionais**. São Paulo: Atlas, 1998.
- BONATO, E. R.; BONATO, A. L. V. *A soja no Brasil: história e estatística*. Londrina: EMBRAPA-CNPSo, 1987. 61 p. (Embrapa-CNPSo. Documentos, 21).
- BOUG, Pål; CAPPELEN, Ådne; SWENSEN, Anders Rygh. The new Keynesian Phillips curve revisited. **Journal of Economic Dynamics and Control**, v. 34, n. 5, p. 858-874, 2010. <https://doi.org/10.1016/j.jedc.2010.01.001>
- BRAGA, Francisco Laercio Pereira; OLIVEIRA, Ana Claudia Sampaio de. A Influência da Taxa de Câmbio e Renda Mundial Sobre as Exportações Brasileiras de Soja (2000-2015). **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 56, n. 4, p. 663-680, 2018. <https://doi.org/10.1590/1234-56781806-94790560407>

BREDOW, Sabrina Monique Schenato; LÉLIS, Marcos Tadeu Caputi; CUNHA, André Moreira. O ciclo de alta nos preços das commodities e a economia brasileira: uma análise dos mecanismos externos de transmissão entre 2002 e 2014. **Economia e Sociedade**, v. 25, p. 695-731, 2016. <https://doi.org/10.1590/1982-3533.2016v25n3art7>

BUENO, Militsa Lerotic Becker. **Determinantes da precificação de emissões primárias de certificados de recebíveis do agronegócio, emitidas de 2012 a 2019**. 2023. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

CALDARELLI, Carlos Eduardo; BACCHI, Mirian Rumenos Piedade. Fatores de influência no preço do milho no Brasil. **Nova economia**, v. 22, p. 141-164, 2012. <https://doi.org/10.1590/S0103-63512012000100005>

CAVESSANA, Letícia Vieira; VIEIRA, Flavio Vilela. Determinantes das exportações de países selecionados da América Latina (Brasil, Argentina e México): modelos NARDL. **Revista de Economia**, v. 44, n. 83, p. 59-90, 2023. <https://doi.org/10.5380/re.v44i83.82194>

CEPEA – CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA. *PIB do agronegócio brasileiro 2022*. Piracicaba, SP: CEPEA, 2023. Disponível em: [https://www.cepea.esalq.usp.br/upload/kceditor/files/PIB-DO-AGRONEGOCIO-2022.17MAR2023\(1\).pdf](https://www.cepea.esalq.usp.br/upload/kceditor/files/PIB-DO-AGRONEGOCIO-2022.17MAR2023(1).pdf). Acesso em: 9 set. 2023.

CHAN, Kalok; TSE, Yiuman; WILLIAMS, Michael. The relationship between commodity prices and currency exchange rates: Evidence from the futures markets. In: **Commodity prices and markets**. University of Chicago Press, 2011. p. 47-71. <https://doi.org/10.7208/chicago/9780226386904.003.0003>

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. *Boletim da safra de grãos: 11º levantamento – safra 2022/23*. 2023a. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>. Acesso em: 14 mar. 2024.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. *Portal de Informações Agropecuárias*. 2023b. Disponível em: <https://portaldeinformacoes.conab.gov.br/safra-serie-historica-graos.html>. Acesso em: 14 mar. 2024.

COPETTI, Leonardo Sangoi; CORONEL, Daniel Arruda. Transmissão da variação da taxa de câmbio para os preços de exportação brasileiros do café robusta: um estudo comparativo do dólar e do euro. **Revista Capital Científico-Eletrônica (RCCe)**-ISSN 2177-4153, v. 18, n. 1, p. 24-44, 2020. <https://doi.org/10.5935/2177-4153.20200002>

CORACCINI, Raphael. Risco-país: saiba o que é e como ele afeta os investimentos. *CNN Brasil*, São Paulo, 13 set. 2021. Disponível em: <https://www.cnnbrasil.com.br/economia/risco-pais-saiba-o-que-e-e-como-ele-afeta-os-investimentos/>. Acesso em: 1 nov. 2023.

COSTA, Nilton P. et al. Redução de perdas na colheita da soja: tecnologia ao alcance de técnicos e produtores. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, v. 14, n. 3, p. 465-472, 1997.

COVALESKI, Mark A. et al. Budgeting research: three theoretical perspectives and criteria for selective integration. **Journal of Management accounting research**, v. 15, n. 1, p. 3-49, 2003. <https://doi.org/10.2308/jmar.2003.15.1.3>

DA SILVA, César Roberto Leite; LUIZ, Sinclayr. *Economia e mercados: introdução à economia*. São Paulo: Saraiva, 1995.

DALCIN, Dionéia. *O processo de tomada de decisão em agricultores de Boa Vista das Missões - RS*. 2010. Dissertação (Mestrado em Extensão Rural) – Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Santa Maria, 2010.

DE ANDRADE, Mario Geraldo Ferreira et al. Controle de custos na agricultura: um estudo sobre a rentabilidade na cultura da soja. In: **Anais do Congresso Brasileiro de Custos-ABC**. 2011

DE LIMA FILHO, Rafael Ribeiro; DA SILVA, Alex Santos Lopes; AGUIAR, Gustavo Adolpho Maranhão. Dependência do clima e da produtividade. **AgroANALYSIS**, v. 37, n. 10, p. 22-23, 2017.

DE LIMA FLORÊNCIO, Maria Cecília Furtunato; DE SOUZA MELO, André. Exportações de milho do Brasil: o papel da taxa de câmbio. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 15, n. 2, p. 351-365, 2022. <https://doi.org/10.17765/2176-9168.2022v15n2e9402>

DE MIRANDA, Rubens Augusto et al. Breve história da agropecuária brasileira. In: LANDAU, Elena Charlotte et al.(Org.). *Dinâmica da produção agropecuária e da paisagem natural no Brasil nas últimas décadas: cenário histórico, divisão política, características demográficas, socioeconômicas e ambientais*. Brasília, DF: Embrapa, 2020. p. 31.

DE SOUSA, Lucas Oliveira; FERREIRA, Marcelo Dias Paes. PREÇO INTERNACIONAL, TAXA DE CÂMBIO E O PREÇO PAGO AOS PRODUTORES BRASILEIROS DE SOJA. **Revista de Economia e Agronegócio**, v. 11, n. 3, 2013. <https://doi.org/10.25070/rea.v11i3.226>

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. *Soja em números (safra 2019/20)*. 2020. Disponível em: <https://www.embrapa.br/soja/cultivos/soja1/dados-economicos>. Acesso em: 14 mar. 2024.

EMBRAPA. *Desenvolvimento de cultivares de soja no Brasil*. Brasília, DF: Embrapa, 2016. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/142568/1/Livro-EmbrapaSoja-desenvolvimento-BR-OL.pdf>. Acesso em: 9 set. 2023.

EPHREM, Berihun Amsalu. **Macroeconomic Factors that Affect Export Prices of Coffee in Ethiopia**. 2021. Tese de Doutorado. ST. MARY'S UNIVERSITY.

ESPEJO, Márcia Maria dos Santos Bortolucci; FREZATTI, Fábio. A contabilidade gerencial sob a perspectiva contingencial: a influência de fatores contingenciais no sistema orçamentário modelada por equações estruturais. In: **ENCONTRO DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PROGRAMAS DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO – ENANPAD**, 2008, Rio de Janeiro. *Anais...* Rio de Janeiro: ANPAD, 2008.

ESTADOS UNIDOS. **Department of Agriculture**. *Market and trade data*. 2014. Disponível em: <www.usda.gov>. Acesso em: 15 fev. 2014.

FREITAS, José Maimona. **Tendências nos preços de café verde arábica do Brasil e a taxa de câmbio EUR/USD**. 2023. Tese de Doutorado.

FURLANETO, Fernanda de Paiva Badiz et al. Transgenic versus conventional soybean: estimative of the operational production costs in the Middle Paranapanema, São Paulo State. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, p. 1935-1940, 2008. <https://doi.org/10.1590/S1413-70542008000600037>

GAZZONI, Décio Luiz. Como alimentar 10 bilhões de cidadãos na década de 2050? *Ciência e Cultura*, v. 69, n. 4, p. 33-38, 2017. <https://doi.org/10.21800/2317-66602017000400012>

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. Editora Atlas SA, 2002.

GREENE, William H. *Econometric analysis*. 8. ed. Upper Saddle River: Pearson Education, 2018.

HAIDER, Saba et al. Commodity prices and exchange rates: evidence from commodity-dependent developed and emerging economies. **International Journal of Emerging Markets**, v. 18, n. 1, p. 241-271, 2023. <https://doi.org/10.1108/IJOEM-08-2020-0954>

HALDMA, Toomas; LÄÄTS, Kertu. Contingencies influencing the management accounting practices of Estonian manufacturing companies. **Management accounting research**, v. 13, n. 4, p. 379-400, 2002. <https://doi.org/10.1006/mare.2002.0197>

HENRIQUE, Marcelo Rabelo; CONSTANTINO, Anderson Pascoal; DA SILVA, Wellington Prattes. Uma Análise do Ibovespa desde 2017 e na Pandemia, Frente ao Risco País e Taxa do Dólar. **Revista Eniac Pesquisa**, v. 12, n. 1, p. 183-204, 2023. <https://doi.org/10.22567/rep.v12i1.875>

IBGE. *Inflação*. 2023. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/inflacao.php>. Acesso em: 1 nov. 2023.

IBGE. *Produto Interno Bruto – PIB*. 2023. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/pib.php>. Acesso em: 1 nov. 2023.

LEAL, Tamira Alessandra Barbosa et al. Analysis of the Effects of the COVID-19 Pandemic on Coffee Agribusiness: A Case Study of a Farm in Triângulo Mineiro, Brazil. **Revista de Contabilidade do Mestrado em Ciências Contábeis da UERJ**, v. 29, n. 2, p. 58-71, 2024.

LEAL, Tamira Alessandra Barbosa; DUARTE, Sérgio Lemos. Reflexos da pandemia da Covid-19 na gestão do agronegócio: desafios e oportunidades. **Revista Mineira de Contabilidade**, v. 24, n. 1, p. 4-6, 2023. <https://doi.org/10.51320/rmc.v24i1.1506>

LECLERCQ, Vincent. Condições e limites da inserção do Brasil no mercado internacional da soja. **Brazilian Journal of Political Economy**, v. 7, n. 3, p. 436-449, 1987. <https://doi.org/10.1590/0101-31571987-3135>

LEITÃO, Fabrício Oliveira et al. MUDANÇAS ORGANIZACIONAIS NO SISTEMA AGROINDUSTRIAL (SAG) DA SOJA PÓS INOVAÇÃO TECNOLÓGICA DOS TRANSGÊNICOS| ORGANIZATIONAL. **Brazilian Journal of Management and Innovation (Revista Brasileira de Gestão e Inovação)**, p. 145-171, 2018. <https://doi.org/10.18226/23190639.v5n3.07>

LOURENÇO, Felipe Guilmo. **Otimização de comprovação fiscal para operação de fim específico exportação de commodities no Brasil**. 2019. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

MATTEI, Lauro. A política econômica brasileira diante da Covid-19. **Cadernos de Ciências Sociais Aplicadas**, p. 172-183, 2020. <https://doi.org/10.22481/ccsa.v17i30.7144>

MENEGATTI, Ana Laura Angeli; BARROS, Alexandre Lahóz Mendonça de. Análise comparativa dos custos de produção entre soja transgênica e convencional: um estudo de caso para o Estado do Mato Grosso do Sul. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 45, p. 163-183, 2007. <https://doi.org/10.1590/S0103-20032007000100008>

MORAES, Bruna Márcia Machado; BENDER FILHO, Reisoli; CORONEL, Daniel Arruda. A influência da taxa de câmbio nas exportações brasileiras de carne bovina in natura. **Perspectivas Contemporâneas**, v. 11, n. 3, p. 01-18, 2016.

NAKABASHI, Luciano; CRUZ, Marcio José Vargas da; SCATOLIN, Fábio Dória. Efeitos do câmbio e juros sobre as exportações da indústria brasileira. **Revista de Economia Contemporânea**, v. 12, p. 433-461, 2008. <https://doi.org/10.1590/S1415-98482008000300002>

NETO, C. R.; SILVA, F. d. A. C.; ARAÚJO, L. V. d. *Correlation between agricultural production value and gross domestic product per capita – t*. 2021. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1134808/1/Correlacao-producao-agricola-e-PIB-Rondonia-Sober-20211.pdf>. Acesso em: 1 nov. 2023.

OIOLI, Erik; BURANELLO, Renato. *Certificado de recebíveis do agronegócio: os sistemas agroindustriais e o mercado de capitais*. São Paulo: Editora Thoth, 2019.

OLIVEIRA, Thamyres Alves Sena; DE OLIVEIRA NETO, Odilon José; SILVA, Edson Arlindo. Influência de variáveis socioeconômicas na produção brasileira de grãos. **Desafio Online**, v. 6, n. 3, 2018.

OSAKI, Mauro; BATALHA, Mario Otávio. *Avaliação econômica dos sistemas de produção de milho, soja e algodão em Sorriso e Campo Novo do Parecis/MT*. **Custos e @gronegócio on line**, v. 11, n. 3, p. 316-344, jul./set. 2015.

OTLEY, David T. The contingency theory of management accounting: achievement and prognosis. **Accounting, organizations and society**, v. 5, n. 4, p. 413-428, 1980. [https://doi.org/10.1016/0361-3682\(80\)90040-9](https://doi.org/10.1016/0361-3682(80)90040-9)

PAULA, Luiz Fernando de; PIRES, Manoel. Crise e perspectivas para a economia brasileira. **Estudos avançados**, v. 31, n. 89, p. 125-144, 2017. <https://doi.org/10.1590/s0103-40142017.31890013>

PERALES, Guillermo Benavides; MARTÍNEZ, Francisco Venegas. Impact of exchange rate volatility on agricultural trade between the US and Mexico (1990-2017). **Economía: teoría y práctica**, n. 56, p. 131-153, 2022. <https://doi.org/10.24275/ETYPUAM/NE/562022/Benavides>

RECH, Ilirio José. **Formação do valor justo dos ativos biológicos sem mercado ativo: uma análise baseada no valor presente**. 2011. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

RICHARDSON, Roberto Jarry. *Pesquisa social: métodos e técnicas*. 3. ed. São Paulo: Atlas, 1999.

RODRIGUES, Aline Caroline; DE MATTOS, Leonardo Bornacki. A relação entre a política monetária e preço real de commodities produzidas pelo Brasil. In: **ENCONTRO NACIONAL DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS REGIONAIS E URBANOS (ENABER)**, 19., 2021, Online. *Anais [...]* Online: Associação Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos, 2021.

RODRIGUES, Aline Caroline. **Política monetária e preço real de commodities produzidas pelo Brasil**. 2020. Dissertação (Mestrado em Economia Aplicada) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2020.

ROESSING, Antonio C.; LAZZAROTTO, Joelsio J. Soja transgênica no Brasil: situação atual e perspectivas para os próximos anos. **Reunião de Pesquisa de Soja da Região Central do Brasil**, v. 27, 2005.

ROSOLEN, Davi; ARAÚJO, Michael Viriato; LYRIO, Marco. Previsão dos preços de commodities por meio das taxas de câmbio. **Estudos Econômicos (São Paulo)**, v. 43, p. 813-830, 2013. <https://doi.org/10.1590/S0101-41612013000400007>

SCHULTZ, Marcelo Luiz; BRANDT, Elmar; BRANDT, Eloi Almiro. Estudo dos fatores determinantes para a variação do custo dos insumos e do preço da soja no Estado do Rio Grande do Sul após o Plano Real. **Custos e @gronegócios on line**, v. 96835, p. 640, 2008.

SELL, Filipy Furtado; BEUREN, Ilse Maria; LAVARDA, Carlos Eduardo Facin. Influência de fatores contingenciais no desempenho municipal: evidências inferenciais. **Revista de Contabilidade e Organizações**, v. 14, p. 164058, 2020. <https://doi.org/10.11606/issn.1982-6486.rco.2020.164058>

SERIGATI, Felipe Cauê. A macroeconomia da agricultura. **Agroanalysis**, v. 33, n. 01, p. 15-16, 2013.

SONAGLIO, Claudia Maria; ZAMBERLAM, Carlos Otávio; BENDER FILHO, Reisoli. Variações cambiais e os efeitos sobre exportações brasileiras de soja e carnes. **Revista de Política Agrícola**, v. 20, n. 1, p. 5-23, 2011.

SOUZA, L. *Liberção da soja transgênica no Brasil, vantagem ou não?* Disponível em: <http://www.anbio.org.br/noticias/lucia.htm>. Acesso em: 15 jun. 2023.

SOUZA, Sonia Sueli Serafim de et al. Mudanças cambiais e o efeito dos fatores de crescimento das receitas de exportações brasileiras de soja. **Revista de Economia e Agronegócio/Brazilian**

Review of Economics and Agribusiness, v. 5, n. 1, p. 1-24, 2007.
<https://doi.org/10.25070/rea.v5i1.95>

SRIVASTAVA, S. C. et al. Economics of production and Resource use efficiency of soybean production in India. **Economic Affairs**, v. 60, n. 2, p. 347, 2015. <https://doi.org/10.5958/0976-4666.2015.00050.9>

STOCKL, Marcos; MOREIRA, Ricardo Ramallete; GIUBERTI, Ana Carolina. O impacto das commodities sobre a dinâmica da inflação no Brasil e o papel amortecedor do câmbio: evidências para o CRB Index e Índice de Commodities Brasil. **Nova Economia**, v. 27, n. 01, p. 173-207, 2017. <https://doi.org/10.1590/0103-6351/2945>

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE (USDA). *Commodity View – 2022*. 2022. Disponível em: https://ipad.fas.usda.gov/cropexplorer/cropview/commodityView.aspx?cropid=2222000&sel_year=2022&rankby=Production. Acesso em: 9 set. 2023.

VOCHOZKA, Marek; JANEK, Svatopluk; ROWLAND, Zuzana. Coffee as an identifier of inflation in selected US agglomerations. **Forecasting**, v. 5, n. 1, p. 153-169, 2023. <https://doi.org/10.3390/forecast5010007>

WESZ JUNIOR, Valdemar João. Le Marché du Soja au Sud-Est du Mato Grosso (Brésil): une Analyse des Relations entre des Agriculteurs et des Entreprises, Selon la Sociologie Économique. **Dados**, v. 62, p. e20160004, 2019.

WOOLDRIDGE, Jeffrey M. **Econometric Analysis of Cross Section and Panel Data**. 2. ed. Cambridge: MIT Press, 2010.