

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

WESLEY SIDNEY DE MENDONÇA

IMPACTO DAS VARIÁVEIS ECONÔMICAS NOS CUSTOS E PREÇO DE VENDA
DOS MILHOS SAFRA E SAFRINHA

UBERLÂNDIA
FEVEREIRO DE 2026

WESLEY SIDNEY DE MENDONÇA

**IMPACTO DAS VARIÁVEIS ECONÔMICAS NOS CUSTOS E PREÇO DE VENDA
DOS MILHOS SAFRA E SAFRINHA**

Dissertação apresentada para obtenção do título de Mestre no Programa de Pós-Graduação *stricto sensu* em Ciências Contábeis da Universidade Federal de Uberlândia.

Orientador: Prof. Dr. Sérgio Lemos Duarte

**UBERLÂNDIA
FEVEREIRO DE 2026**

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

M539
2026 Mendonça, Wesley Sidney de, 1994-
IMPACTO DAS VARIÁVEIS ECONÔMICAS NOS CUSTOS E PREÇO
DE VENDA DOS MILHOS SAFRA E SAFRINHA [recurso eletrônico] /
Wesley Sidney de Mendonça. - 2026.

Orientador: Sérgio Lemos Duarte.
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia,
Pós-graduação em Ciências Contábeis.
Modo de acesso: Internet.
DOI <http://doi.org/10.14393/ufu.di.2026.357>
Inclui bibliografia.

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 165 - PPGCC				
Data:	27 de fevereiro de 2026	Hora de início:	15:00 h	Hora de encerramento:	16:25
Matrícula do Discente:	12412CCT018				
Nome do Discente:	Wesley Sidney de Mendonça				
Título do Trabalho:	IMPACTO DAS VARIÁVEIS ECONÔMICAS NOS CUSTOS E PREÇO DE VENDA DOS MILHOS SAFRA E SAFRINHA				
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) Lara Cristina Francisco de Almeida Fehr (UFU), Simone Alves da Costa (UNIFESP) e Sérgio Lemos Duarte, orientador do candidato.

Iniciando os trabalhos o presidente da mesa, Sérgio Lemos Duarte, apresentou a Comissão Examinadora e o candidato, agradeceu a presença do público, e concedeu ao discente a palavra para a exposição do seu trabalho. A duração da apresentação do 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 o candidato. Ultimada a arguição, que se desenvolveu dentro dos termos regimentais, a Banca, em sessão secreta, atribuiu o resultado final, considerando o candidato:

APROVADO

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 27/02/2026, às 16:33, 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 **Lara Cristina Francisco de Almeida Fehr, Professor(a) do Magistério Superior**, em 27/02/2026, às 16:35, 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 02/03/2026, às 16:30, 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 **7015073** e o código CRC **C72E625B**.

Dedico esse trabalho à minha amada esposa Carine,
meu aconchego e força para todos os momentos
e aos meus filhos Benício, Bento e Benjamin,
que são provas materiais do nosso amor.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pelo dom da vida, pela oportunidade diária de experienciar a Vossa existência ao meu lado. Crer em Deus me ajudou a seguir na caminhada, lutar e persistir, superar as dificuldades e romper barreiras para cumprir meus desafios.

Agradeço aos meus pais Flávio e Vanessa, que humildemente me incentivaram no caminho da educação, foram suporte, sustento e apoio para que eu trilhasse o caminho dos estudos, seguindo no ensino superior, torcendo pela pós-graduação e apoiando no cuidado das crianças, quando precisei me ausentar para assistir às aulas do mestrado.

Agradeço ao meu amor, minha esposa Carine, minha companheira, minha inspiração, meu suporte, meu chão. Em momento algum soltou a minha mão, mesmo diante das dificuldades, que eu não conseguia enfrentar, ela me apoiou, me ergueu, me ajudou a vencer todas as etapas. Meu amor, eu dedico essa vitória especialmente a você, pois a sua determinação, seu amor e carinho me inspiram a seguir. Obrigado meu amor!

Agradeço aos meus filhos, Benício, Bento e Benjamin. A primeira desistência do mestrado, em 2021, veio da decisão de não perder, sequer, um minuto de um novo desafio que havia aparecido em minha vida, a paternidade. Benício nasceu em 2021 e logo vieram os desafios, nos quais me propus viver intensamente, sabendo que esse momento jamais iria voltar. Foi a melhor decisão que tomei na minha vida. Obrigado pela sua chegada, meu filho.

Logo em 2023, nasceu meu segundo filho, Bento, que veio para abençoar e recheiar as nossas vidas, mas trouxe consigo uma força que eu não conseguia sentir sendo pai de um filho só. Bento me fortaleceu, ele me mostrou que a paternidade pode ser leve e que eu conseguiria conciliar essa vivência com outras atividades da minha vida. Obrigado meu filho, você é muito especial para nós.

Ingressei novamente na turma do mestrado em 2024, à espera de Benjamin, que nasceu em agosto. A chegada de Benjamin proporcionou ainda mais alegria e preenchimento no coração do papai, além de motivação, para que eu me dedicasse e me tornasse, a cada dia mais, um papai exemplo, para vocês seguirem. Obrigado meu príncipe Benjamin, você é um presente de Deus. O papai ama vocês incondicionalmente.

Agradeço ao meu orientador, Prof. Dr. Sérgio Lemos Duarte, pela orientação, paciência e direcionamentos assertivos, que me tornaram capaz de trilhar os caminhos necessários para a finalização e entrega dessa dissertação. Obrigado pela confiança e parceria.

Ao professor Dr. Marcelo Tavares, pelo apoio nas métricas e ferramentas estatísticas utilizadas, você é fera. Às professoras, Dra. Lara Cristina Francisco de Almeida Fehr (UFU) e

Dra. Simone Alves da Costa (UNIFESP), pelas contribuições propostas no exame de qualificação, pela leveza, empatia, e excelentes contribuições que estimularam o desenvolvimento do meu trabalho.

À Universidade Federal de Uberlândia, especialmente à Faculdade de Ciências Contábeis, agradeço à toda equipe da secretaria, coordenação, professores e colegas, que contribuíram diretamente para minha caminhada.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa concedida durante o período de desenvolvimento do mestrado.

A todos que contribuíram direta ou indiretamente, para que eu pudesse concluir essa etapa em minha vida, meus sinceros agradecimentos.

*“Se você acha a educação cara,
experimente a ignorância.”*
Robert Orben

RESUMO

O milho desempenha um papel estratégico brasileiro, sendo uma das culturas mais relevantes para o agronegócio, participando tanto do abastecimento interno do país quanto no comércio internacional. Trata-se de um commodity agrícola amplamente utilizada na alimentação humana, na produção de ração animal e em diversos segmentos industriais, como etanol, amidos e derivados. No Brasil, a cultura do milho caracteriza-se pela existência de dois ciclos produtivos distintos: o milho safra (primeira safra), cultivado majoritariamente no período chuvoso, e o milho safrinha (segunda safra), plantado após a colheita da soja, sobretudo na região Centro-Oeste, sendo atualmente responsável pela maior parcela da produção nacional. Diante a crescente volatilidade econômica e das incertezas do mercado, o objetivo deste trabalho consistiu em analisar a relação das variáveis econômicas entre os custos e preço de venda do milho safra e milho safrinha, nas principais regiões produtoras do Brasil, no período de 2015 a 2024. Como objetivos específicos propôs-se identificar quais fatores econômicos exercem maior impacto sobre a estrutura de custos e sobre a formação do preço do milho. A metodologia utilizada baseou-se numa abordagem quantitativa, com utilização de dados secundários disponibilizados em sites oficiais, como CONAB, IBGE, Bacen e IPEA. Foram estimados modelos econométricos com dados em painel. As variáveis econômicas selecionadas no estudo foram PIB, inflação, taxa de juros (SELIC), taxa de câmbio e risco país. Os resultados evidenciaram que a taxa de câmbio apresentou impacto estatisticamente significativo sobre os preços de venda do milho, sobretudo no milho safrinha, refletindo sua maior exposição ao mercado externo. A taxa de juros e risco país mostraram influência relevante sobre os custos de produção, indicando o papel do financiamento agrícola e da percepção de risco na estrutura de custos. A inflação afetou principalmente os custos operacionais, enquanto o PIB mostrou relação positiva com os preços, sinalizando maior demanda em períodos de expansão econômica. Os resultados contribuem para o arcabouço da Teoria Contingencial, visto que a gestão de custos e formação de preços do milho dependem de adaptação dos produtores às condições econômicas do ambiente. As contribuições do estudo ampliam a literatura empírica sobre a cultura do milho no Brasil e oferece subsídios para a tomada de decisão gerencial no agronegócio, capaz de apoiar formulações estratégicas mais eficientes diante da volatilidade econômica.

Palavras-chave: Milho. Custo de Produção. Agronegócio. Volatilidade econômica.

ABSTRACT

Corn plays a strategic role in the Brazilian economy, being one of the most relevant crops for agribusiness, contributing both to domestic supply and to international trade. It is an agricultural commodity widely used in human consumption, animal feed production, and several industrial segments, such as ethanol, starches, and by-products. In Brazil, corn production is characterized by two distinct production cycles: the first crop (summer corn), cultivated mainly during the rainy season, and the second crop (corn safrinha), planted after soybean harvest, especially in the Midwest region, which currently accounts for the largest share of national production. In view of increasing economic volatility and market uncertainties, this study aimed to analyze the relationship between economic variables and the production costs and selling prices of first- and second-crop corn in the main producing regions of Brazil from 2015 to 2024. Specifically, the study sought to identify which economic factors exert the greatest impact on cost structures and on corn price formation. The methodology adopted a quantitative approach, using secondary data obtained from official sources such as CONAB, IBGE, the Central Bank of Brazil (BACEN), and IPEA. Econometric models with panel data were estimated. The economic variables analyzed included Gross Domestic Product (GDP), inflation, interest rate (SELIC), exchange rate, and country risk. The results indicate that the exchange rate has a statistically significant impact on corn selling prices, particularly for second-crop corn, reflecting its greater exposure to the international market. Interest rates and country risk showed a relevant influence on production costs, highlighting the role of agricultural financing and risk perception in the cost structure. Inflation mainly affected operating costs, while GDP showed a positive relationship with prices, signaling higher demand during periods of economic expansion. These findings support the Contingency Theory framework, as corn cost management and price formation depend on producers' ability to adapt to changing economic conditions. The study contributes to the empirical literature on corn production in Brazil and provides managerial insights for agribusiness decision-making, supporting the formulation of more efficient strategies in environments marked by economic volatility.

Keywords: Corn. Production Costs. Agribusiness. Economic Volatility.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Teste de diagnóstico estatístico e seleção do modelo adequado	47
Tabela 2: Estatística Descritiva das Variáveis Econômicas	49
Tabela 3: Estatística Descritiva das Variáveis de Custos do Milho	51
Tabela 4: Resultado da regressão do custo total e preço de venda	55
Tabela 5: Resultado da regressão do custo com mão de obra, administrador, assistência técnica e CESSR	60
Tabela 6: Resultado da regressão do custo com sementes, fertilizantes e agrotóxicos.....	66
Tabela 7: Resultado da regressão do custo com despesas operacionais	71
Tabela 8: Resultado da regressão dos custos com depreciação	75

LISTA DE QUADRO

Quadro 1: Informações Nutricionais e Importância do milho para a Sobrevivência Humana	18
Quadro 2: Determinantes dos custos de plantio do milho	24
Quadro 3: Cidades e regiões selecionadas na amostra do estudo	41
Quadro 4: Variáveis econômicas e fundamentação teórica	42
Quadro 5: Levantamento das variáveis de custos	44
Quadro 6: Modelo de regressão das variáveis de custos	45
Quadro 7: Síntese interpretativa dos efeitos das variáveis econômicas sobre o custo do milho safra e safrinha	81

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Consumo do milho humano e industrial no Brasil em 2024 em milhares de toneladas	15
Figura 2: Produção e Destinação do Milho	20

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 REFERENCIAL TEÓRICO	17
2.1 Representação e importância do milho como commodity no Brasil e no mundo.....	17
2.2 Custos de produção e preço do milho	23
2.3 Variáveis Econômicas.....	26
2.3.1 Produto Interno Bruto (PIB).....	27
2.3.2 Inflação	28
2.3.3 Taxa de Juros.....	30
2.3.4 Risco País	31
2.3.5 Taxa de Câmbio.....	33
2.4 Teoria Contingencial	34
2.5 Estudos anteriores	37
3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	40
3.1 Base de dados.....	40
3.1.2 Variáveis econômicas	41
3.1.3 Variáveis de custos	43
3.2 Teste de diagnóstico estatístico.....	45
4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS	49
4.1 Estatística descritiva	49
4.2 Análise dos modelos de regressão	54
4.2.1 Custo total e preço de venda	54
4.2.2 Custo com pessoal	59
4.2.3 Insumos agrícolas	66
4.2.4 Custos operacionais	70
4.2.5 Custos com depreciação	75
4.3 Síntese dos resultados	79
4.4 Análise dos resultados sob a ótica da Teoria Contingencial.....	83
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	86
REFERÊNCIAS.....	89

1 INTRODUÇÃO

O milho ocupa posição estratégica no agronegócio brasileiro, configurando-se como uma das culturas de maior relevância em termos de área plantada e volume de produção, com ampla aplicação na alimentação humana, animal e industrial (Sanches *et al.*, 2024). Essa relevância está inserida em um contexto no qual o agronegócio representou 23,2% do Produto Interno Bruto (PIB) do Brasil em 2024 (CEPEA, 2025), evidenciando sua centralidade para a dinâmica econômica nacional (Souza; Silveira; Ballini, 2023). Nesse cenário, a cultura do milho assume papel fundamental não apenas pela sua importância produtiva, mas também por sua capacidade de articular cadeias industriais, logísticas e comerciais, influenciando o desempenho econômico de diferentes regiões do país.

No Brasil, a produção de milho é estruturada em dois ciclos produtivos distintos: o milho safra, cultivado predominantemente durante a estação chuvosa, e o milho safrinha, plantado após a colheita da soja, em período de entressafra. O milho safra concentra-se, em maior escala, nas regiões Sul e Sudeste, enquanto o milho safrinha é majoritariamente produzido no Centro-Oeste, com destaque para o estado do Mato Grosso (Coêlho, 2021; Vilar, 2022). Essa dualidade produtiva impõe dinâmicas operacionais e econômicas específicas, uma vez que cada ciclo está sujeito a diferentes condições climáticas, tecnológicas e de mercado, o que repercute diretamente sobre os custos de produção e a formação do preço de venda.

Os custos de produção do milho resultam de um conjunto complexo de elementos que incluem insumos, mão de obra, maquinário, operações agrícolas e despesas indiretas. Entre os insumos, destacam-se sementes, fertilizantes e defensivos agrícolas, que representam parcela expressiva do custo total, além de gastos com combustível, manutenção de máquinas, irrigação e força de trabalho (Souza *et al.*, 2018). A esses componentes somam-se custos administrativos e financeiros, como taxas bancárias, seguros e encargos associados ao crédito rural, especialmente relevantes para propriedades que utilizam financiamento (Onate-Paredes; Ozaki, 2025). A composição desses custos varia conforme o nível tecnológico empregado, a escala de produção, a região produtora e as condições climáticas.

Essa variação se torna ainda mais evidente quando se comparam os ciclos produtivos. No milho safra, cultivado em condições geralmente mais favoráveis de disponibilidade hídrica, há tendência de menor necessidade de irrigação e, em alguns casos, redução do uso de defensivos, o que pode atenuar parte dos custos operacionais (Neumann *et al.*, 2024). Por outro lado, os gastos com insumos concentram-se fortemente no início do ciclo, sobretudo com sementes e fertilizantes. Já no milho safrinha, plantado no período outono/inverno e

condicionado ao calendário da soja, os produtores enfrentam maior exposição a riscos climáticos, como estiagens e geadas, o que pode elevar custos de manejo e intensificar a incerteza produtiva (Rodrigues; Mattos, 2020). Assim, os custos de produção se relacionam não apenas com fatores técnicos, mas também com o ambiente econômico no qual a atividade está inserida (Almeida; Spolador, 2024).

A formação do preço de venda do milho está diretamente associada à dinâmica de oferta e demanda nos mercados interno e externo. Elementos como taxa de câmbio, demanda internacional, níveis de estoques reguladores e competitividade com outras commodities agrícolas influenciam significativamente a cotação do produto (Florêncio; Melo, 2022; Perales; Martínez, 2022; Almeida; Spolador, 2024). Adicionalmente, custos logísticos de transporte e armazenamento impactam o preço líquido recebido pelo produtor (Souza *et al.*, 2018), enquanto políticas agrícolas, subsídios e acordos comerciais moldam o ambiente de comercialização (Onate-Paredes; Ozaki, 2025). Dessa forma, custos e preços não se configuram como variáveis independentes, mas como resultados de um sistema econômico amplo, sensível às oscilações macroeconômicas.

Nesse contexto, a cadeia produtiva do milho sofre influência direta de variáveis econômicas como taxa de juros, inflação, câmbio e condições da balança comercial (Caldarelli; Bacchi, 2012; Alves; Sanches; Barros, 2019; Rodríguez; Zumaquero, 2021; Cicolin; Oliveira, 2016). A volatilidade desses indicadores pode elevar custos de insumos importados, alterar margens de lucro e afetar a competitividade internacional do milho brasileiro (Florêncio; Melo, 2022; Perales; Martínez, 2022). Tais oscilações exigem dos produtores capacidade de adaptação estratégica, o que pode ser interpretado à luz da Teoria Contingencial, segundo a qual as práticas de gestão devem se ajustar às condições do ambiente (Beuren; Fiorentin, 2014). Assim, a gestão de custos e a comercialização do milho dependem da leitura contínua dos fatores econômicos e da flexibilidade decisória frente a cenários de incerteza.

Apesar da relevância do tema, observa-se uma lacuna na literatura ao se constatar que estudos anteriores tendem a analisar variáveis econômicas de forma isolada, sem integrar um conjunto mais amplo de fatores capazes de explicar, de maneira sistêmica, os impactos sobre custos e preços do milho (Giné; Yang, 2009; Souza *et al.*, 2018; Rodrigues; Mattos, 2020; Florêncio; Melo, 2022; Perales; Martínez, 2022; Rodrigues; Zumaquero, 2021; Neumann *et al.*, 2024; Onate-Paredes; Ozaki, 2025). Essa fragmentação limita a compreensão do ambiente econômico enfrentado pelos produtores e reduz o potencial de formulação de estratégias gerenciais robustas (Alves; Sanches; Barros, 2019; Perales; Martínez, 2022). Diante dessa lacuna, emerge a motivação central deste estudo: investigar de forma integrada como múltiplas

variáveis econômicas, tais como PIB, taxa de juros, inflação, taxa de câmbio e risco país, se relacionam com os custos de produção e os preços de venda do milho safra e safrinha nas principais regiões produtoras do Brasil.

Diante desse contexto, formula-se a seguinte questão de pesquisa: qual é a relação entre as variáveis econômicas e os custos e preços do milho safra e milho safrinha nas principais regiões produtoras do Brasil? Para respondê-la, o objetivo geral consiste em analisar as relações das variáveis econômicas como o PIB, a inflação, a taxa de juros, a taxa de câmbio e o risco país, sobre os custos de produção e os preços de venda do milho safra e safrinha, no período de 2015 a 2024.

Como objetivos específicos, estudo propõe:

- i. examinar o comportamento das variáveis econômicas e sua associação com os custos e preços do milho nas modalidades safra e safrinha;
- ii. mensurar os efeitos dessas variáveis sobre os diferentes componentes da estrutura de custos e sobre a formação de preços;
- iii. comparar a sensibilidade econômica entre as duas modalidades produtivas, identificando assimetrias na resposta aos choques macroeconômicos;
- iv. identificar quais variáveis econômicas apresentam maior poder explicativo na determinação dos custos e preços do milho; e
- v. interpretar os achados à luz da Teoria Contingencial, discutindo de que forma o ambiente econômico condiciona a dinâmica produtiva, os mecanismos de adaptação e as decisões gerenciais no agronegócio brasileiro.

As contribuições do estudo se distribuem em três dimensões. Do ponto de vista teórico, amplia-se o debate sobre o agronegócio brasileiro ao integrar múltiplas variáveis econômicas sob a perspectiva da Teoria Contingencial, oferecendo base para novas investigações sobre gestão agrícola em ambientes incertos. No plano prático, os resultados podem auxiliar gestores e produtores na formulação de estratégias de produção, comercialização e gestão de custos, favorecendo decisões mais informadas. Por fim, sob a ótica social, espera-se que os achados contribuam para o fortalecimento da sustentabilidade econômica da cultura do milho, ao fornecer subsídios que auxiliem produtores a enfrentar volatilidades de mercado e melhorar o desempenho produtivo.

Para além desta introdução, a dissertação está estruturada em cinco capítulos. O Capítulo 2 apresenta o referencial teórico, abordando inicialmente a representação e a importância do milho como commodity no Brasil e no mundo, seguido da discussão sobre custos de produção, formação de preços e o impacto das variáveis econômicas, com

detalhamento de indicadores como Produto Interno Bruto, inflação, taxa de juros, risco país e taxa de câmbio. Ainda nesse capítulo, são discutidos os fundamentos da Teoria Contingencial e os principais estudos anteriores que sustentam a pesquisa. O Capítulo 3 descreve os procedimentos metodológicos, contemplando a seleção das variáveis econômicas e os testes de diagnóstico estatístico empregados. O Capítulo 4 apresenta e analisa os resultados, incluindo estatística descritiva, modelos de regressão para custos e preços e a interpretação dos achados sob a ótica da Teoria Contingencial. Por fim, o Capítulo 5 reúne as considerações finais, destacando as principais conclusões, contribuições do estudo e possibilidades para pesquisas futuras.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Representação e importância do milho como commodity no Brasil e no mundo

O milho é uma das principais commodities agrícolas do mundo, ocupando o terceiro lugar em produção global, atrás apenas do trigo e do arroz (USDA, 2025). Sua origem remonta às civilizações pré-colombianas da América, onde era considerado um alimento central na dieta e nas práticas culturais dos maias, astecas e incas (Souza *et al.*, 2018). Com a colonização e a globalização, o milho foi disseminado para todos os continentes, tornando-se hoje um insumo estratégico para a alimentação humana e animal, além da indústria.

No Brasil, o milho tem presença histórica e cultural marcante, sendo cultivado desde antes da chegada dos colonizadores. Seu uso expandiu-se com o tempo, sendo amplamente adotado na culinária regional e principalmente, na alimentação animal, que responde por aproximadamente 70% da sua utilização nacional, com destaque para as cadeias de produção de aves e suínos (Cardoso *et al.*, 2023).

A importância econômica do milho brasileiro é evidenciada por sua forte participação nas exportações do agronegócio e no saldo positivo da balança comercial. Com o crescimento da demanda internacional, especialmente da Ásia, o Brasil consolidou-se como um dos principais exportadores mundiais da commodity, competindo com países como Estados Unidos e Argentina (Cicolin; Oliveira, 2016).

Na segunda metade do século XX, o desenvolvimento de espécies híbridas elevou a produtividade e a qualidade do milho, consolidando a sua importância no Brasil, que ocupa, atualmente, uma vasta área agrícola, com destaque, principalmente, para as regiões do norte do Paraná, Triângulo Mineiro, oeste de São Paulo e o Vale do Taquari no Rio Grande do Sul (Cardoso *et al.*, 2023).

Nutricionalmente, o milho é uma excelente fonte de energia, rica em vitaminas e complexos vitamínicos, proteínas, gorduras, carboidratos, cálcio, ferro, fósforo e amido. A casca é rica em fibras e auxilia no bom funcionamento do sistema digestivo e o alimento é uma excelente alternativa para suprir necessidades nutricionais, tanto na alimentação, de forma natural, quanto nas variações, que podem ser farinha, fubá, canjica, polenta, cuscuz, dentre outros (Clark, 2015).

Em termos nutricionais, o milho é altamente valorizado, especialmente por preservar sua casca, diferentemente do trigo e do arroz, que necessitam de processos de refinamento. Além de ser nutritivo, o milho é extremamente versátil (Neumann *et al.*, 2024). Pode ser

consumido diretamente ou como insumo na produção de variados produtos como balas, biscoitos, pães, chocolates, geleias, sorvetes, ração, cervejas, dentre outros.

Quadro 1: Informações Nutricionais e Importância do milho para a Sobrevivência Humana

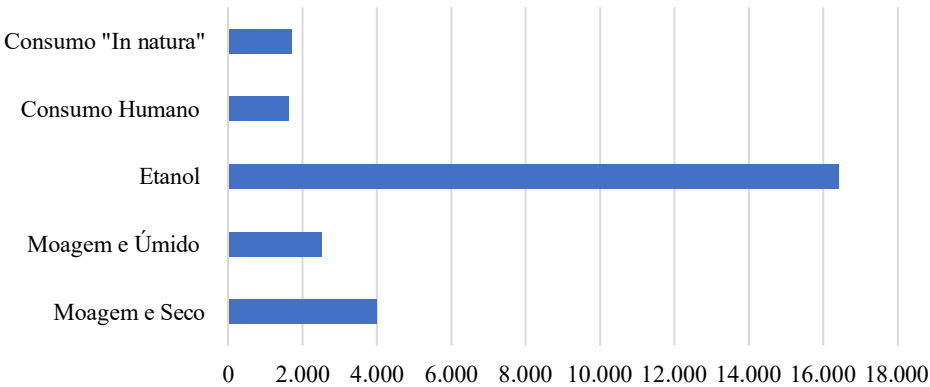
Aspectos	Informações
Composição nutricional	O milho é fonte de energia e contém vitaminas, complexos vitamínicos, proteínas, gorduras e carboidratos. É rico em minerais como cálcio, ferro e fósforo, além de amido. A casca do milho contém fibras que auxiliam o sistema digestivo.
Formas de consumo humano	Existem diversas formas de consumo como: farinha, fubá, canjiquinha, polenta, cuscuz, mingau, pamonha, bolo e angu.
Consumo direto no Brasil	Apenas cerca de 15% da produção nacional de milho é destinada ao consumo humano direto. A principal causa desse baixo índice é a falta de conhecimento da população sobre os benefícios nutricionais do grão.
Importância indireta para a alimentação humana	A maior parte da produção de milho é destinada à alimentação animal, o que impacta indiretamente a alimentação humana por meio da produção de proteínas animais.
Iniciativas para incentivo ao consumo	A Associação Brasileira das Indústrias do Milho (ABIMILHO) promove ações para incentivar o aumento do consumo humano de milho e seus derivados.
Destaques relevantes	O milho, ao contrário do trigo e do arroz refinados, preserva sua casca, mantendo suas fibras. Sua versatilidade e valor nutricional fazem do milho um alimento estratégico para a segurança alimentar.

Fonte: Adaptado de Neumann *et al.* (2024).

De acordo com o Quadro 1 é possível observar que o milho transcende seu papel alimentar e assume uma função estratégica no desenvolvimento econômico do Brasil, atuando como commodity que atrai divisas, fortalece o agronegócio e contribui para a resiliência econômica (Florêncio; Melo, 2022).

O milho é destinado à produção de ração animal e principalmente nos setores de avicultura e suinocultura, em que o Brasil é líder mundial. Esse efeito multiplicador reflete sobre cadeia produtiva, gerando empregos e promovendo a sustentabilidade financeira tanto de pequenas propriedades familiares agrícolas quanto de grandes empreendimentos em diferentes regiões (Sanches; Alves; Barros, 2019).

Figura 1: Consumo do milho humano e industrial no Brasil em 2024 em milhares de toneladas



Fonte: Abimilho (2025).

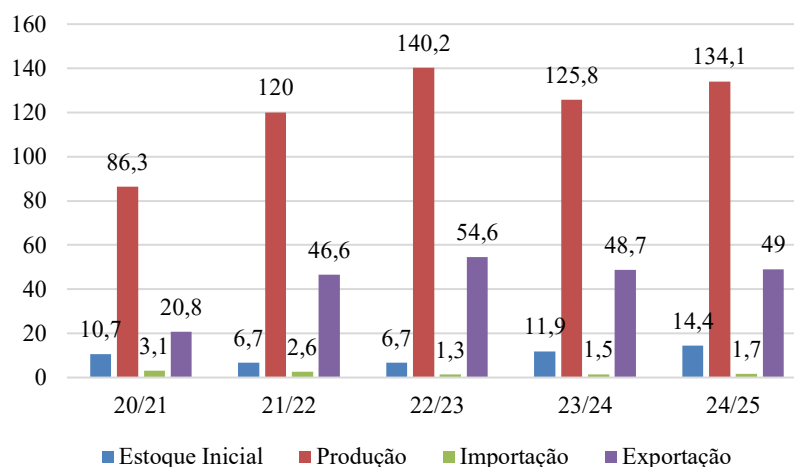
A Figura 1 representa o consumo de milho humano e industrial no Brasil em 2024. Os valores acima são expressos em milhares de toneladas. É possível verificar que grande parte é destinada para a produção de etanol, que apresenta crescimento da demanda (Neumann *et al.*, 2024).

A expansão do etanol de milho representa uma alternativa complementar ao etanol de cana-de-açúcar, oferecendo aos produtores um mercado adicional que amplia a demanda por milho e diversifica as oportunidades de renda, especialmente em períodos elevados nos mercados externos, além de oportunizar uma cultura que se beneficia de dois momentos diferentes de plantio em duas épocas diferentes no ano, primeira safra (milho safra) e segunda safra (milho safrinha) (Almeida; Spolador, 2024).

Estrategicamente, na economia brasileira, o milho ocupa uma posição indispensável, destacando-se tanto como uma commodity no mercado interno quanto no cenário internacional (Florêncio; Melo, 2022). No Brasil destaca-se pela maior produção, principalmente pela segunda safra, e no mercado internacional, atua como um dos principais exportadores, o que impacta diretamente o PIB agrícola (Sorensen, 2002).

A crescente demanda internacional tem favorecido o crescimento das exportações brasileiras, consolidando o país como um protagonista no comércio mundial de milho. Além disso, o milho vem se consolidando como uma matéria-prima relevante na produção de etanol, contribuindo para a diversificação das fontes de energia renovável do Brasil (Viana; Tavares; Lima, 2015).

Figura 2: Produção e Destinação do Milho



Fonte: Abimilho (2025).

A Figura 2 representa a produção e destinação do milho ao longo das safras. Na figura 2, é possível observar um panorama geral das produções, visto que não há divisão entre os momentos distintos das safras. É possível observar uma uniformidade tanto dos estoques, quanto da produção, importação e exportação. Dado o período de 20/21 e 21/22, no qual o país passou pelo período de crise sanitária da covid-19, a cultura apresentou quedas, comportando-se, portanto, em constante crescimento até o momento (Leal; Duarte, 2023).

Os avanços, em muitos momentos, são refletidos pelos investimentos em tecnologia agrícola, no desenvolvimento de variedades híbridas e mais produtivas, bem como nas políticas de incentivos ao setor, que são fundamentais para que o Brasil se mantenha no processo de ampliação da participação no mercado global do milho (Oñate-Paredes; Ozaki, 2024).

Esse movimento posiciona o milho como um dos pilares do crescimento sustentável do agronegócio brasileiro e da segurança alimentar, refletindo a importância desse grão na estabilidade econômica e social do país (Florêncio; Melo, 2022). O Brasil adota um posicionamento estratégico em relação à exportação do milho, visando consolidar-se como fornecedor de confiança no mercado global, fortalecendo sua competitividade e promovendo o desenvolvimento sustentável de sua cadeia produtiva (Sologuren, 2015).

A relevância do país no cenário mundial está associada a uma política orientada tanto ao atendimento das demandas internacionais quanto ao fortalecimento da economia interna (Cicolin; Oliveira, 2016). Esse contexto posiciona o Brasil em destaque no mercado global de exportação de milho, consolidando-o como um dos principais exportadores e colocando-o em concorrência direta com Estados Unidos e Argentina no comércio internacional (USDA,

2025).

A expansão da participação do país no mercado internacional de milho decorre de um conjunto de fatores estruturais, entre os quais se destacam os ganhos de produtividade agrícola, a adoção de tecnologias avançadas e a ampliação das áreas cultiváveis, especialmente na região Centro-Oeste (CONAB, 2025). Nesse contexto, um exemplo de aplicações tecnológicas está relacionado às adaptações dos fatores hídricos para o cultivo, que apresentam melhores resultados quanto à resistência a pragas e a condições climáticas adversas, contribuindo de forma decisiva para a estabilidade e o crescimento da produção (Oñate-Paredes; Ozaki, 2024).

Paralelamente, a dinâmica da demanda internacional, particularmente de economias asiáticas como a China, que buscam assegurar o abastecimento de ração para a indústria pecuária, sustenta a ampliação das exportações brasileiras (Cicolin; Oliveira, 2016). As reconfigurações no comércio global, incluindo tensões comerciais entre grandes economias, favorecem a diversificação de fornecedores e reforçam a posição do Brasil como parceiro estratégico no fornecimento do grão para diferentes mercados (Cicolin; Oliveira, 2016; Oliveira; Brito, 2024).

O Brasil, ainda, tem promovido, investimentos em infraestrutura logística, como melhorias em portos e estradas, para tornar as exportações mais competitivas, reduzindo custos e otimizando o escoamento da safra. Esse desenvolvimento logístico é importante, pois o custo de transporte é um dos principais desafios para a competitividade do milho brasileiro no mercado internacional (Mendes *et al.*, 2024).

Além do mercado externo, o Brasil também busca equilibrar o abastecimento interno, principalmente para a indústria de ração animal e a produção de etanol de milho. A expansão das exportações é monitorada de forma a assegurar que a demanda doméstica seja atendida e que os preços internos permaneçam estáveis, evitando impactos inflacionários no setor alimentício (Souza *et al.*, 2018).

Para que os abastecimentos estejam garantidos, é necessário conhecer os momentos pelos quais os plantios são realizados. São dois momentos distintos, estratégicos, de produção do milho, conhecidos como milho safra e milho safrinha (Florêncio; Melo, 2022). No contexto agrícola brasileiro, o milho safra é conhecido como milho verão ou primeira safra, e o milho safrinha é a segunda safra.

Basicamente, a diferença está nas condições climáticas em que cada semente de milho é exposta no momento do plantio. As condições climáticas, a produtividade, a adaptação regional, as características do solo, irrigação e fertilização impactam significativamente no

resultado final do produto (Favro; Caldarelli; Cama, 2015; Souza *et al.*, 2018). Porém, a vantagem de existir dois momentos está em atender demandas diversificadas, pois a primeira safra caracteriza-se pela estabilidade e pela uniformidade da produção do país, enquanto a safrinha atende às necessidades intensificadas da demanda externa (Furlaneto; Esperancini, 2010).

Os dois momentos garantem ao Brasil maximizar sua produção de milho, atendendo a múltiplas demandas e consolidando sua posição como potencia agrícola global. A primeira safra, ou milho safra, é cultivada no verão, com plantio iniciado em setembro ou novembro, dependendo da região, e a colheita entre janeiro e abril. Esse ciclo ocorre durante o período de chuva no verão, oferecendo condições ideais de umidade e temperatura para o desenvolvimento do milho (Florêncio; Melo, 2022).

A safra de verão caracteriza-se por um ciclo uniforme e de alta produtividade, beneficiando-se de um ambiente climático geralmente favorável, com precipitações regulares e temperaturas adequadas. No Brasil, as principais regiões produtoras são o Sul e o Sudeste, com destaque para Paraná, Rio Grande do Sul e São Paulo. Nessas regiões, o plantio é consolidado, em parte, pela sua proximidade com centros consumidores e pela estrutura logística, que facilita o escoamento da produção (Oliveira; Brito, 2024).

O milho safrinha, ou segunda safra, originou-se como uma estratégia de aproveitamento das áreas de cultivo após a colheita da soja, especialmente no Centro-Oeste brasileiro. Especialmente devido ao avanço tecnológico e o desenvolvimento de práticas agrícolas que permitem o cultivo sequencial, o milho safrinha ganhou relevância, representando a maior parte da produção de milho do Brasil (Florêncio; Melo, 2022).

O plantio da safrinha acontece logo após a colheita da soja, no período entre janeiro e março, e a colheita ocorre entre junho e agosto. Esse período coincide com o outono-inverno, caracterizado por um período de poucas chuvas e temperaturas menos constantes, fatores que aumentam os desafios para o desenvolvimento do milho. Para a adaptação a essas questões climáticas, a safrinha utiliza de sementes de milho mais resistentes a condições de estresse hídrico e com ciclo de maturação mais rápido (Souza; Silveira; Ballini, 2023).

A expansão do milho safrinha consolidou-se nas regiões do Centro-Oeste brasileiro, que incluem os estados do Mato Grosso, Goiás e Mato Grosso do Sul, regiões que agora concentram a maior produção nacional de milho. O estado do Mato Grosso é especialmente relevante, pois, apresenta-se como principal produtor de milho safrinha do Brasil, o que reflete a adaptação bem-sucedida da cultura à região (Almeida; Spolador, 2024).

O estado do Mato Grosso, devido à proximidade com as áreas de exportação, também

apresentou fatores determinantes para o sucesso nas exportações da cultura, consolidando-se, portanto, como uma resposta eficiente à crescente demanda interna e internacional por milho (Cavessana; Vieira, 2023). As principais diferenças apresentadas entre o milho safra e o safrinha impactam diretamente a dinâmica entre a oferta e a demanda dessa commodity.

Enquanto o milho safra é produzido, principalmente, para o mercado interno, e é visto como uma cultura tradicional, a safrinha permite ao Brasil atender a uma demanda global, posicionando-se como um dos principais exportadores mundiais. A safrinha é hoje responsável por cerca de 70% da produção total de milho no Brasil, superando a safra de verão em termos de volume e importância econômica. Contudo, a vulnerabilidade da safrinha às condições climáticas adversas, especialmente a seca, torna essa safra mais suscetível a oscilações de produtividade.

2.2 Custos de produção e preço do milho

A formação do custo de produção do milho envolve múltiplos fatores que variam conforme a escala de produção, a tecnologia empregada e as condições regionais. Esses fatores são fortemente influenciados por variáveis econômicas, que impactam direta ou indiretamente a estrutura de custos e a precificação da cultura (Brickell *et al.*, 2020).

Desse modo, torna-se necessária uma gestão financeira para a tomada de decisão dos produtores rurais, que influencia a competitividade do milho brasileiro no mercado interno e externo. É preciso estabelecer uma análise detalhada e integrada dos custos do plantio para uma produção sustentável e eficiente, permitindo que o Brasil consolide e mantenha sua posição como um dos maiores produtores e exportadores de milho do mundo (Onate-Paredes; Ozaki, 2025).

A determinação dos custos de plantio do milho envolve desde uma análise detalhada, que vai desde os insumos agrícolas até os custos operacionais logísticos. Para o entendimento, é preciso categorizar os insumos em processos, pois cada um deles tem um papel importante, e, de acordo com o tamanho de cada propriedade rural, os processos podem ser adequados e adaptados (Mattos; Silveira, 2018). Dessa forma, a partir de estudos que se baseiam na determinação e formação dos custos (Favro; Caldarelli; Camara, 2015; Brickell *et al.*, 2020), entende-se como determinantes de custos do milho: (i) Insumos agrícolas; (ii) Operações mecanizadas; (iii) Mão de obra; (iv) Infraestrutura e logística, e (v) Custo de financiamento.

Quadro 2: Determinantes dos custos de plantio do milho

Categoria	Descrição
I. Insumos Agrícolas	Incluem sementes, fertilizantes e defensivos agrícolas. As sementes podem ser convencionais, híbridas ou transgênicas, sendo estas últimas mais caras, porém mais produtivas. Os fertilizantes (ureia, fosfato, potássio) são aplicados em diferentes estágios do cultivo e seu custo varia conforme a análise do solo e os preços internacionais. Defensivos como herbicidas, inseticidas e fungicidas são essenciais para o controle de pragas e doenças, e seus preços sofrem influência de regulamentações e variações de mercado.
II. Operações Mecanizadas	Compreendem atividades como preparo do solo (aração, gradagem, nivelamento), semeadura, tratos culturais e colheita. Exigem maquinário específico, gerando custos com aquisição, combustível, manutenção e mão de obra especializada. A colheita mecanizada e o transporte interno, além da eventual secagem e armazenagem dos grãos, elevam os custos. A utilização de tecnologias de precisão pode aumentar a eficiência, mas também encarece o processo.
III. Mão de obra	Apesar da mecanização, a mão de obra continua relevante, especialmente em operações que requerem supervisão técnica ou monitoramento. Os custos variam conforme a oferta regional de trabalhadores e a legislação trabalhista. Destaca-se a necessidade de profissionais especializados, como engenheiros agrônomos e técnicos agrícolas, cuja contratação representa custo adicional, sobretudo em propriedades de maior escala.
IV. Infraestrutura e Logística	Abrange desde instalações agrícolas até o escoamento da produção. O armazenamento adequado (em silos e armazéns) é fundamental para garantir a qualidade dos grãos e minimizar perdas, porém implica investimentos elevados em implantação e manutenção. A logística de transporte até o consumidor final também representa parcela importante dos custos.
V. Custo de financiamento	Refere-se aos encargos financeiros associados à obtenção de crédito para custeio da produção. Os custos variam conforme a taxa de juros vigente, o tipo de financiamento e o perfil de risco do produtor, podendo impactar diretamente a rentabilidade da atividade.

Fonte: elaborado pelo autor com base em Almeida e Spolador (2024) e CONAB (2025).

O Quadro 2 apresenta os principais determinantes de custos do plantio do milho, divididos em cinco categorias. Os insumos agrícolas abrangem elementos essenciais como sementes, fertilizantes e defensivos, que são importantes para a produtividade e qualidade da lavoura. Os custos desses insumos estão sujeitos a variáveis como a tecnologia, empregada nas sementes transgênicas, a necessidade específica do solo e as oscilações dos mercados

internacionais, tornando-os um dos componentes sensíveis e estratégicos da estrutura de custos.

As operações mecanizadas, embora aumentem a eficiência e reduzam o tempo de trabalho no campo, requerem altos níveis de investimentos em maquinário, combustível e manutenção (Souza *et al.*, 2018). A mão de obra, apesar de sua redução relativa com o avanço da mecanização, permanece necessária nas tarefas técnicas e de monitoramento, exigindo dos profissionais qualificação (Sanches *et al.*, 2024). A escassez de profissionais e os encargos trabalhistas também contribuem para a elevação dos custos (Sanches; Alves; Barros, 2018; Leal; Duarte, 2023).

A infraestrutura, logística e financiamento contemplam o conjunto de fatores críticos. A estrutura física de armazenagem e os custos logísticos influenciam diretamente a conservação da produção e o acesso aos mercados, afetando a competitividade do produtor (Oliveira; Brito, 2024). Já os custos de financiamento, especialmente em contextos de juros elevados ou crédito restrito, representam um desafio adicional para a sustentabilidade econômica do cultivo do milho (Onate-Paredes; Ozaki, 2025). Dessa forma, todos os fatores se integram e devem ser gerenciados estrategicamente para garantir a viabilidade da lucratividade e da atividade agrícola.

No que tange aos aspectos de determinação do preço de venda, o milho safra e o milho safrinha sofrem influência de elementos econômicos, logísticos, climáticos e políticos, os quais podem variar entre os mercados nacionais e internacionais (Oliveira; Oliveira Neto; Silva, 2018). Os principais fatores de determinação correspondem à oferta e demanda, aos custos de produção, aos custos logísticos e de transporte, à volatilidade cambial e às políticas governamentais de incentivo ou restrição ao comércio (Oliveira; Brito, 2024).

No Brasil, a demanda por milho é principalmente interna, com grande parte da produção voltada para a alimentação animal, especialmente para a indústria de ração de aves e suínos. Nos últimos anos, o crescimento da indústria de etanol de milho no Brasil aumentou a demanda, impactando o preço final (Rodrigues; Mattos, 2020).

No mercado externo, a demanda é guiada por importadores como a China e a União Europeia, que utilizam o milho na produção de ração e alimentos. Um aumento na demanda desses países pode elevar o preço do milho brasileiro, dado que a disponibilidade interna pode ser pressionada para atender à exportação (Florêncio; Melo, 2022).

O processo de exportação é impactado pela variação cambial, que exerce influência direta sobre o preço de venda do milho, cujas transações são cotadas em dólar (Souza *et al.*, 2018). Esse fator atrela a valorização ou desvalorização do milho, uma vez que esse elemento

é imprescindível para manter a competitividade das exportações no mercado brasileiro.

A desvalorização do real tende a aumentar a competitividade do milho brasileiro no mercado externo, tornando o produto mais atrativo para importadores e ampliando a demanda internacional, o que se reflete na elevação dos preços. Esse mecanismo é particularmente sensível no milho safrinha, cuja dinâmica de comercialização apresenta maior exposição à sazonalidade e às flutuações cambiais. Embora o incremento das exportações favoreça o desempenho do setor agrícola, o redirecionamento da oferta para o mercado externo pode reduzir a disponibilidade interna e pressionar os preços domésticos, especialmente em períodos de menor produtividade (Sologuren, 2015).

Esse movimento decorre da interação entre a demanda externa estimulada pelo câmbio e a restrição relativa da oferta no mercado interno, gerando efeitos inflacionários sobre o milho destinado ao consumo nacional (Florêncio; Melo, 2022). Diante desse cenário, o governo brasileiro pode adotar instrumentos de política comercial com o objetivo de preservar o abastecimento interno em momentos de desequilíbrio entre oferta e demanda (Rodrigues; Zumaquero, 2021). Em situações mais críticas, mecanismos de regulação das exportações são utilizados como estratégia para mitigar oscilações de preços e promover maior estabilidade no mercado doméstico (Sesso Filho *et al.*, 2024).

Além disso, existem alguns fatores, como a redução de tarifas e a assinatura de acordos comerciais, que facilitam o acesso do milho brasileiro a mercados internacionais, aumentando a competitividade, e consequentemente, melhorando o preço de venda praticado no exterior (Florêncio; Melo, 2022). Em momentos de crise de oferta ou alta nos preços, o governo brasileiro utiliza estoques reguladores e realiza leilões para estabilizar o mercado interno. Esses estoques permitem o controle da variação do preço, evitando o aumento excessivo dos preços praticados internamente, mantendo o milho acessível para o setor de ração animal e alimentação (Sanches *et al.*, 2024).

2.3 Variáveis Econômicas

A compreensão da dinâmica do agronegócio exige a incorporação de variáveis econômicas capazes de captar os condicionantes estruturais que influenciam a produção, os custos e a comercialização agrícola. Nesse sentido, a literatura econômica destaca que indicadores como Produto Interno Bruto (PIB), taxa de câmbio, inflação, taxa de juros e risco país funcionam como vetores que moldam o ambiente de decisão dos agentes do setor, afetando investimentos, competitividade externa, estrutura de custos e expectativas de mercado

(Rodrigues; Mattos, 2020; Garcia, 2021; Perales; Martínez, (2022); Araujo; Caldarelli; Cortopasso, 2023; Henrique; Constantino; Silva, 2023). A seleção dessas variáveis fundamenta-se em sua recorrente utilização em estudos empíricos sobre economia agrícola e comércio internacional, bem como em sua capacidade de representar as condições sistêmicas que permeiam o desempenho produtivo. Assim, a seguir discute-se cada indicador de forma individual, evidenciando seus mecanismos de transmissão e suas interações com o setor do milho, de modo a sustentar a análise proposta.

2.3.1 Produto Interno Bruto (PIB)

O Produto Interno Bruto (PIB) constitui um dos principais indicadores de desempenho econômico, representando o valor de mercado de todos os bens e serviços finais produzidos por um país em determinado período. No contexto brasileiro, o agronegócio possui participação expressiva na composição do PIB, refletindo a relevância estrutural do setor para a economia nacional e para as economias estaduais (Araujo; Caldarelli; Cortopasso, 2023). Essa relação é particularmente significativa no caso das commodities agrícolas, cuja produção e comercialização estão diretamente conectadas ao dinamismo econômico interno e externo.

O agronegócio, entretanto, caracteriza-se por elevada sensibilidade a ciclos econômicos e a fatores externos, como condições climáticas, variações de mercado e oscilações de preços internacionais. Trata-se de um setor marcado por volatilidade, especialmente em razão da natureza das commodities, que são produtos padronizados negociados em escala global, como petróleo, minério de ferro, soja, açúcar e milho, e que servem de insumo fundamental para diversos segmentos produtivos (Sesso Filho *et al.*, 2019). Por essa razão, mudanças no ambiente macroeconômico, incluindo variações no PIB, afetam simultaneamente a oferta e a demanda desses bens (Boug; Cappelen, 2010).

A literatura empírica aponta que o crescimento econômico tende a elevar a demanda por alimentos, energia e biocombustíveis, pressionando os preços das commodities agrícolas. Oliveira, Oliveira Neto e Silva (2018) identificam que o PIB exerce papel explicativo relevante na formação dos preços de commodities como açúcar, algodão e milho, evidenciando relações estatisticamente significativas entre a atividade econômica e os preços futuros desses produtos. Em cenários de expansão econômica, a maior demanda por matérias-primas impulsiona o consumo de grãos, intensificando a valorização das commodities agrícolas.

Além disso, estudos que incorporam o PIB como variável de controle destacam sua importância para compreender a estabilidade macroeconômica em economias exportadoras de

commodities. Rodrigues e Mattos (2020) demonstram que o comportamento das taxas de juros e da inflação, em países fortemente dependentes da exportação de matérias-primas, está associado à dinâmica do crescimento econômico, reforçando a necessidade de políticas de estocagem e regulação de mercado. Esse achado é particularmente relevante para o milho, cuja comercialização envolve forte integração entre o mercado doméstico e o internacional.

No caso brasileiro, a interação entre o PIB e o agronegócio é bidirecional. O setor não apenas responde às variações do crescimento econômico, como também contribui de forma decisiva para sua expansão (Rodrigues; Mattos, 2020). O agronegócio gera empregos ao longo de toda a cadeia produtiva, da produção rural à logística e à distribuição, representando parcela significativa do mercado de trabalho nacional (Leal; Duarte, 2023). Dessa forma, as oscilações no desempenho do setor impactam diretamente a mensuração do PIB, ao mesmo tempo em que o crescimento econômico influencia a demanda por commodities agrícolas.

Embora o PIB não capture integralmente dimensões sociais como desigualdade, qualidade ambiental e bem-estar, permanece como instrumento central para a avaliação do desempenho econômico, a comparação internacional e a formulação de políticas públicas (Boug; Cappelen, 2010). No contexto do milho safrinha, esse indicador torna-se fundamental para explicar variações na oferta e na demanda, uma vez que o crescimento econômico amplia o consumo de alimentos, ração animal e insumos industriais, fortalecendo a relevância dessa variável na análise do setor.

2.3.2 Inflação

A inflação pode ser compreendida como o aumento contínuo e generalizado do nível de preços de uma economia, refletindo a perda do poder de compra da moeda e afetando decisões de consumo, investimento e formação de expectativas (IBGE, 2024). No âmbito do mercado de commodities, essa variável assume papel central porque esses bens tendem a preservar valor real ao longo do tempo, funcionando como ativos capazes de oferecer proteção contra a desvalorização monetária (Rodrigues; Mattos, 2020).

Assim, a relação entre inflação e commodities se aproxima da lógica observada no mercado financeiro, em que agentes econômicos buscam segurança e manutenção do valor do capital em termos reais (Giné; Yang, 2009). Nesse contexto, commodities agrícolas e minerais, como petróleo, ouro, trigo, café, milho e soja, são insumos amplamente utilizados na produção de bens e serviços e, portanto, apresentam relevância estratégica para a economia global (Frischtak; Belluzzo, 2014).

Do ponto de vista econômico, mudanças significativas na inflação podem alterar o comportamento dos preços das commodities por diferentes canais (Souza *et al.*, 2018). Um primeiro canal decorre do efeito monetário: quando a inflação se eleva, a moeda tende a perder poder de compra e agentes econômicos passam a reavaliar a alocação de recursos, podendo direcioná-los para ativos reais, como commodities, com o objetivo de preservar valor (Garcia, 2021). Nessa mesma linha, a literatura ressalta que a elevação da inflação e a percepção de desvalorização monetária contribuem para aumentar o interesse por ativos reais como mecanismo de proteção patrimonial (Summa; Macrini, 2014). Tang e Xiong (2012) reforçam esse argumento ao evidenciar uma relação positiva entre inflação e commodities, associada à intensificação da demanda por esses ativos quando cresce a busca por hedge contra a perda de valor das moedas.

Para a cultura do milho, a inflação é particularmente relevante porque afeta simultaneamente (i) a estrutura de custos de produção e (ii) o processo de formação de preços e comercialização. No lado dos custos, pressões inflacionárias podem elevar despesas com insumos, serviços e logística, transmitindo-se para o custo total do milho tanto na safra quanto na safrinha, ainda que em intensidades distintas. Em termos econômicos, o milho safrinha tende a ser mais sensível à dinâmica de preços de curto prazo devido à maior integração com fluxos comerciais e ao ajuste de oferta em janela produtiva específica, ao passo que o milho safra pode refletir com maior intensidade o encadeamento de custos do ciclo principal. No lado da receita, a inflação influencia expectativas e decisões de armazenagem e venda: quando agentes percebem deterioração do poder de compra, a atratividade relativa do grão como ativo real pode se elevar, afetando preços e estratégias de comercialização, em consonância com a lógica de preservação de valor atribuída às commodities (Giné; Yang, 2009; Tang; Xiong, 2012).

A mensuração da inflação, por sua vez, é realizada por meio de índices de preços que capturam variações médias em diferentes estágios do sistema econômico, como o Índice de Preços ao Consumidor (IPC) e o Índice de Preços por Atacado (IPA), sendo a inflação anual calculada a partir das variações acumuladas no período (IBGE, 2024). No Brasil, o IPCA (Índice de Preços ao Consumidor Amplo), calculado pelo IBGE, constitui a principal métrica de inflação utilizada como referência para o monitoramento macroeconômico (IBGE, 2024). Diante de pressões inflacionárias, políticas econômicas frequentemente recorrem a ajustes na taxa de juros como instrumento de controle, buscando conter a escalada de preços e estabilizar expectativas, com efeitos sobre crédito, investimento e custo de capital, elementos que também repercutem sobre o setor agrícola e, consequentemente, sobre a produção e comercialização do milho (IBGE, 2024).

A inflação é um componente econômico que se relaciona ao milho por canais complementares: eleva custos de produção e transação, altera expectativas de preços e pode aumentar a atratividade do grão como ativo real em contextos de perda de poder de compra da moeda, influenciando tanto o mercado do milho safra quanto do milho safrinha (Frischtak; Belluzzo, 2014; Garcia, 2021; Tang; Xiong, 2012). Por essa capacidade de capturar pressões generalizadas de preços e seus efeitos sobre decisões produtivas e de comercialização, a inflação (operacionalizada no estudo pelo IPCA) é uma variável adequada para a análise econométrica proposta.

2.3.3 Taxa de Juros

A taxa SELIC (Sistema Especial de Liquidação e Custódia) representa a taxa básica de juros da economia brasileira e constitui o principal instrumento de política monetária utilizado pelo Banco Central do Brasil para a regulação da inflação e do nível de atividade econômica. Tecnicamente, a SELIC corresponde à taxa média das operações compromissadas com títulos públicos federais realizadas entre instituições financeiras, servindo como referência para o custo do crédito em toda a economia (Banco Central do Brasil, 2024). Sua definição ocorre no âmbito do Comitê de Política Monetária (COPOM), que estabelece metas periódicas com base nas expectativas inflacionárias, no comportamento do mercado financeiro e nas condições macroeconômicas agregadas. Assim, a taxa efetiva resulta do equilíbrio entre oferta e demanda por liquidez no sistema financeiro, sendo calculada a partir das transações registradas no mercado interbancário.

Do ponto de vista macroeconômico, a SELIC atua como mecanismo de transmissão da política monetária. Em cenários de pressão inflacionária, sua elevação encarece o crédito, reduz o consumo e o investimento e desacelera a demanda agregada; em contextos de estímulo econômico, a redução da taxa tende a baratear o financiamento e incentivar a atividade produtiva (Banco Central do Brasil, 2024). A literatura também aponta que variações na SELIC possuem efeitos indiretos sobre a taxa de câmbio: juros elevados atraem capitais externos e podem levar à valorização da moeda doméstica, enquanto reduções tendem a produzir o movimento inverso (Araújo; Caldarelli; Cortopasso, 2023). Essa interação amplia os canais de transmissão da taxa de juros sobre o agronegócio, especialmente em setores integrados ao comércio internacional, como o mercado de grãos.

Para a cultura do milho, a taxa de juros exerce impacto direto sobre a estrutura financeira da produção (Giné; Yang, 2009). O setor agrícola depende intensamente de crédito

para custeio, aquisição de insumos, modernização tecnológica e investimentos em maquinário (Onate-Paredes; Ozaki, 2025). Em cenários de elevação da SELIC, o encarecimento dos financiamentos agrícolas aumenta o custo operacional dos produtores, pressionando a rentabilidade da atividade (Rodrigues; Mattos, 2020). Esse efeito se manifesta de maneira distinta entre milho safra e milho safrinha. O milho safra, por demandar maior volume de capital ao longo de um ciclo produtivo mais extenso, é mais sensível ao custo do financiamento de longo prazo (Souza *et al.*, 2018). Já o milho safrinha, cuja produção ocorre em janela temporal reduzida e frequentemente associada a estratégias de diversificação produtiva, responde com maior intensidade às variações de curto prazo no custo do crédito e na liquidez disponível (Sanches; Alves; Barros, 2023).

Por outro lado, reduções na taxa SELIC tendem a facilitar o acesso ao crédito rural, estimulando investimentos em tecnologia, ampliação de área cultivada e ganhos de produtividade (Rodrigues; Mattos, 2020). A disponibilidade de financiamento mais barato contribui para a sustentabilidade financeira dos produtores e para a expansão da capacidade produtiva, favorecendo tanto a safra principal quanto a safrinha (Onate-Paredes; Ozaki, 2025). Esse ambiente monetário expansionista pode incentivar decisões de retenção de estoques e estratégias de comercialização mais flexíveis, fortalecendo a posição do milho como ativo econômico relevante dentro da carteira produtiva do agronegócio.

Dessa forma, a taxa SELIC constitui uma variável macroeconômica fundamental para a análise do milho safra e safrinha, pois sintetiza o custo do capital, a disponibilidade de crédito e os efeitos indiretos sobre câmbio e preços agrícolas (Onate-Paredes; Ozaki, 2025). Sua inclusão no modelo econométrico permite capturar o impacto das condições monetárias sobre decisões de produção, investimento e comercialização, conferindo consistência teórica à investigação dos determinantes econômicos da cultura do milho no Brasil (Banco Central do Brasil, 2024; Rodrigues; Mattos, 2020).

2.3.4 Risco País

O risco país constitui um indicador financeiro que expressa a percepção de credibilidade de uma economia perante o mercado internacional, refletindo a probabilidade de inadimplência associada aos títulos soberanos emitidos por um país (Vieira Nunes; Nicoletto Compagnore; Willrich Sales, 2020). Em termos conceituais, trata-se de uma medida de confiança dos investidores quanto à capacidade do governo de honrar seus compromissos financeiros, influenciando diretamente fluxos de capitais, custo de financiamento externo e

decisões de investimento (Coraccini, 2021). O cálculo do risco país baseia-se, em geral, no diferencial de rendimento entre títulos soberanos nacionais e títulos considerados livres de risco, como os títulos do Tesouro norte-americano, sendo esse spread interpretado como prêmio exigido pelos investidores para compensar incertezas macroeconômicas e institucionais (Henrique; Constantino; Silva, 2023).

A formação do risco país está associada a fundamentos econômicos estruturais. Variáveis como crescimento do PIB, inflação, desemprego, estabilidade fiscal e equilíbrio das contas públicas exercem influência direta sobre sua dinâmica (Henrique; Constantino; Silva, 2023). Economias com endividamento elevado e déficits fiscais persistentes tendem a apresentar maior percepção de risco, o que sinaliza menor capacidade de gestão financeira e eleva a aversão de investidores internacionais (Adebayo *et al.*, 2023). Esse ambiente de incerteza amplia o custo do capital, encarece o crédito e reduz a disponibilidade de financiamento, produzindo efeitos sistêmicos sobre setores intensivos em investimento, como o agronegócio.

No contexto brasileiro, a relação entre risco país e agronegócio assume relevância estratégica, dado o peso do setor na geração de renda, exportações e estabilidade macroeconômica.

Elevações no risco país tendem a pressionar as taxas de juros internas e externas, aumentando o custo do financiamento agrícola e os encargos sobre capital de giro e investimentos produtivos (Vieira Nunes; Nicoletto Compagnore; Willrich Sales, 2020). Para a cultura do milho, esses efeitos se manifestam de forma diferenciada entre safra e safrinha. O milho safra, que exige maior volume de capital para custeio e planejamento produtivo de ciclo completo, é fortemente impactado por variações no custo de crédito de médio e longo prazo. Já o milho safrinha, mais sensível a decisões táticas de curto prazo, sofre influência direta da disponibilidade imediata de financiamento e da volatilidade das condições financeiras.

Além do canal de crédito, o risco país afeta o milho por meio da confiança dos investidores internacionais e da capacidade do Brasil de captar recursos externos (Rodrigues; Mattos, 2020). Um aumento do risco pode restringir o financiamento internacional e reduzir investimentos em infraestrutura logística, armazenagem e inovação tecnológica, elementos essenciais para a competitividade do agronegócio (Henrique; Constantino; Silva, 2023). A limitação desses investimentos impacta a eficiência produtiva, a integração aos mercados globais e a capacidade de expansão da oferta de milho, comprometendo tanto a safra principal quanto a safrinha (Sanches; Alves; Barros, 2023; Sanches *et al.*, 2024; Onate-Paredes; Ozaki, 2025).

Dessa forma, o risco país funciona como variável síntese das condições institucionais e financeiras que moldam o ambiente de investimento no agronegócio brasileiro. Sua inclusão no modelo econométrico permite capturar efeitos de incerteza macroeconômica sobre o custo de capital, a disponibilidade de crédito e as expectativas de mercado, elementos centrais para explicar variações na produção e comercialização do milho safra e safrinha. A análise desse indicador é, portanto, fundamental para compreender a vulnerabilidade do setor agrícola a choques financeiros externos e para avaliar a sustentabilidade do crescimento do agronegócio em economias emergentes.

2.3.5 Taxa de Câmbio

A taxa de câmbio representa a relação de valor entre a moeda nacional e moedas estrangeiras, constituindo um dos principais preços macroeconômicos que regulam o comércio internacional e os fluxos financeiros entre países (Moraes; Bender Filho; Coronel, 2016). Trata-se de um indicador central da economia aberta, pois influencia diretamente a competitividade das exportações, o custo das importações e a formação de preços domésticos (Banco Central do Brasil, 2024). No Brasil, o Banco Central divulga uma taxa de referência calculada a partir das operações registradas no mercado de câmbio, servindo como parâmetro para transações financeiras e comerciais (Banco Central do Brasil, 2024). A dinâmica cambial é determinada por múltiplos fatores, como taxa de juros, inflação, desempenho econômico, estabilidade política e oferta e demanda por divisas, refletindo a interação entre fundamentos econômicos e expectativas de mercado (Rodrigues; Mattos, 2020).

Dada a elevada volatilidade cambial observada em economias emergentes, empresas do agronegócio frequentemente adotam estratégias de gestão de risco para proteger receitas e reduzir incertezas financeiras (Nuintin; Calegario, 2014). Instrumentos como contratos futuros e opções cambiais permitem mitigar oscilações abruptas da moeda e oferecer maior previsibilidade ao planejamento produtivo (Rodrigues; Mattos, 2020; Perales; Martínez, 2022). Evidências empíricas indicam que a instabilidade cambial pode afetar negativamente o comércio agrícola, especialmente em países mais sensíveis a choques externos, reduzindo fluxos comerciais e aumentando a incerteza dos agentes econômicos (Florêncio; Melo, 2022; Perales; Martínez, 2022).

No caso brasileiro, a taxa de câmbio exerce influência direta sobre a competitividade das commodities agrícolas. Movimentos de valorização da moeda nacional tendem a encarecer exportações, enquanto a desvalorização aumenta a atratividade dos produtos no mercado

externo e altera a composição entre vendas domésticas e internacionais (Junior, 1986). Para o milho, essa relação é particularmente relevante, pois o grão ocupa posição estratégica na pauta exportadora e na cadeia de alimentação animal (Florêncio; Melo, 2022). Contudo, o efeito cambial não se restringe à receita: grande parte dos insumos agrícolas é importada, o que faz com que a desvalorização cambial eleve custos de produção e reduza margens operacionais (Moraes; Bender Filho; Coronel, 2016). Assim, o câmbio atua simultaneamente como fator de estímulo às exportações e como pressão sobre custos.

Essa dualidade assume características específicas nas culturas do milho safra e milho safrinha. O milho safra, por concentrar maior volume produtivo e planejamento técnico de ciclo principal, responde fortemente ao canal de custos, incorporando variações cambiais nos preços de fertilizantes, defensivos e maquinário importado (Silva *et al.*, 2020). Já o milho safrinha apresenta maior sensibilidade ao canal comercial, uma vez que sua produção está fortemente integrada à dinâmica exportadora e aos movimentos de arbitragem entre mercado interno e externo (Sanches; Alves; Barros, 2023). Em cenários de desvalorização cambial, a safrinha tende a se beneficiar da maior competitividade internacional, ampliando receitas, enquanto simultaneamente enfrenta aumento nos custos de insumos (Souza; Silveira; Ballini, 2023). Essa interação reforça o papel do câmbio como variável de transmissão entre mercados financeiros e agrícolas.

Para o agronegócio brasileiro, a taxa de câmbio constitui um indicador estratégico por sintetizar condições externas de competitividade, custo de capital importado e inserção no comércio global (Cavessana; Vieira, 2023). Sua inclusão no modelo econométrico permite capturar efeitos simultâneos sobre preços, custos e decisões de comercialização, oferecendo uma medida abrangente do impacto macroeconômico sobre a produção agrícola. No caso específico do milho safra e safrinha, o câmbio funciona como variável-chave para explicar oscilações de rentabilidade, alocação de oferta entre mercados e sensibilidade a choques internacionais, justificando sua relevância analítica na investigação do desempenho do setor.

2.4 Teoria Contingencial

A Teoria Contingencial emerge nos anos 1960 como resposta às limitações dos modelos organizacionais universais, que pressupunham a existência de uma estrutura ideal aplicável a todas as organizações. Os estudos seminais de Burns e Stalker (1961) e Woodward (1965) inauguram essa perspectiva ao demonstrar que o desempenho organizacional depende da adequação entre estrutura, tecnologia e ambiente. Thompson (1967) e Lawrence e Lorsch

(1969) aprofundam essa abordagem ao enfatizar que organizações eficazes são aquelas capazes de ajustar continuamente seus sistemas internos às pressões ambientais. Em conjunto, esses autores estabelecem a premissa central da teoria: não existe uma forma única de organização; a eficácia depende do alinhamento entre variáveis contextuais e arranjos estruturais.

Nos anos seguintes, a teoria passa a influenciar fortemente o campo da contabilidade gerencial. Otley (1980) argumenta que não existem sistemas contábeis universalmente superiores, mas sim configurações que devem ser adaptadas às características específicas de cada organização. Essa visão reforça a lógica contingencial de que o desempenho depende do ajuste entre contexto e mecanismos de controle. Morgan (1996), ao contrastar a teoria contingencial com o pensamento clássico de Frederick Taylor, amplia a discussão ao conceber a organização como sistema aberto, em constante interação com variáveis internas, como tecnologia, estratégia e estrutura, e externas, como mercado, governo e fornecedores. Essa leitura aproxima a teoria das realidades econômicas dinâmicas e incertas.

Na década de 1990, Donaldson (1999) sistematiza a perspectiva contingencial ao afirmar que o desempenho organizacional resulta do grau de ajuste entre estrutura e ambiente. Para o autor, organizações que conseguem alinhar seus arranjos internos às demandas externas apresentam vantagem competitiva. Covalski *et al.* (2003) complementam essa visão sob uma lente sociológica funcionalista, argumentando que as funções organizacionais contribuem para a integração e sobrevivência do sistema. Guerreiro, Pereira e Rezende (2020) reforçam o caráter sistêmico da organização como conjunto de partes interdependentes, enquanto Espejo (2008) e Espejo e Frezatti (2008) destacam que a teoria é particularmente eficaz para explicar desempenho em contextos de incerteza, pois considera simultaneamente fatores internos e externos.

No campo da contabilidade gerencial aplicada à estratégia, Cadez e Guilding (2008) e Frezatti, Nascimento e Junqueira (2009) enfatizam que sistemas de controle e mensuração devem refletir as especificidades organizacionais, reiterando a inexistência de soluções universais. Hu e Islam (2012) ampliam essa perspectiva ao associar adaptação contingencial à capacidade de resposta a ambientes voláteis. Estudos mais recentes, como Brickell *et al.* (2020), demonstram empiricamente a relevância da teoria ao analisar ajustes organizacionais durante a pandemia, evidenciando sua aplicabilidade em cenários de choque sistêmico.

A transposição dessa base teórica para o agronegócio revela-se particularmente pertinente. O setor agrícola opera sob elevada incerteza climática, volatilidade de preços e rápida incorporação tecnológica, exigindo decisões adaptativas contínuas. Nesse sentido,

Oñate-Paredes e Ozaki (2024) e Sanches *et al.* (2024) argumentam que a abordagem contingencial oferece estrutura analítica capaz de interpretar a interação entre variáveis ambientais, tecnológicas e econômicas no desempenho produtivo. Cicolin e Oliveira (2016) reforçam que a aplicação da teoria no agronegócio permite compreender como estratégias operacionais e financeiras se ajustam às condições de mercado.

A cultura do milho no Brasil constitui um exemplo claro da necessidade de abordagem contingencial. Souza *et al.* (2018) demonstram que a distinção entre milho safra e milho safrinha representa, em si, um arranjo adaptativo às condições climáticas e de mercado. O milho safra, cultivado em período de maior previsibilidade climática, permite planejamento mais estável de insumos e investimentos (Souza *et al.*, 2018). Já o milho safrinha, plantado em janela mais curta e sob maior risco climático, exige decisões táticas flexíveis quanto a variedades, manejo e alocação de recursos (Sanches; Alves; Barros, 2023). Perales e Martínez (2022) acrescentam que variáveis como volatilidade de preços, acesso a crédito e disponibilidade tecnológica influenciam diretamente essas escolhas, evidenciando a natureza contingencial do processo decisório agrícola.

Sob essa ótica, estratégias padronizadas mostram-se insuficientes para explicar o desempenho dos produtores de milho. Fatores como tipo de solo, infraestrutura logística, tecnologia de irrigação, mecanização, acesso a financiamento e expectativas de mercado interagem de maneira específica em cada contexto produtivo (Shultz; Brandt; Brandt, 2008; Souza; Silveira; Ballini, 2023). A teoria contingencial permite integrar essas variáveis em uma estrutura analítica coerente, favorecendo melhor alocação de recursos, gestão de risco e tomada de decisão estratégica (Rodríguez; Zumaquero, 2021). A adoção de sistemas tecnológicos ajustados ao ciclo agrícola, conforme sugerido pela literatura, amplia a capacidade de monitoramento de custos e margens, reforçando a importância do alinhamento entre ambiente e estrutura produtiva (Giné; Yang, 2009; Hu; Islam, 2012; Nuintin; Calegario, 2014).

Assim, a utilização da Teoria Contingencial como base teórica para este trabalho justifica-se por sua capacidade de explicar a heterogeneidade das decisões produtivas no milho safra e safrinha. A teoria fornece o arcabouço conceitual para compreender como variações econômicas, tecnológicas e ambientais moldam o desempenho agrícola, permitindo analisar o setor não como sistema estático, mas como estrutura adaptativa inserida em ambiente de incerteza (Hu; Islam, 2012). Essa perspectiva é fundamental para interpretar os efeitos das variáveis econômicas investigadas no estudo, conferindo coerência teórica à análise do comportamento produtivo e comercial do milho no Brasil.

2.5 Estudos anteriores

A literatura que investiga a relação entre variáveis econômicas, políticas públicas e desempenho da produção e comercialização do milho revela abordagens complementares, embora apresente contrastes importantes quanto aos mecanismos de transmissão dessas variáveis. De modo geral, os estudos convergem na compreensão de que o desempenho do setor agrícola resulta da interação entre fatores macroeconômicos, institucionais e tecnológicos.

O papel da taxa de câmbio nas exportações agrícolas é um dos temas mais recorrentes. Florêncio e Melo (2022) demonstraram que a depreciação do real frente ao dólar estimula as exportações brasileiras de milho, sustentando uma relação estável no longo prazo. Esse resultado dialoga parcialmente com Perales e Martínez (2022), que, ao analisarem o comércio agrícola bilateral entre México e Estados Unidos, observaram que a volatilidade cambial afeta negativamente as exportações mexicanas, enquanto o comércio norte-americano apresenta maior resiliência. Em conjunto, esses estudos indicam que o câmbio pode atuar tanto como fator de estímulo quanto como elemento de instabilidade, sobretudo para economias mais vulneráveis a choques externos.

A literatura também destaca o papel das políticas públicas na mitigação de riscos econômicos no setor agrícola. Malawi, Giné e Yang (2009) verificaram que a oferta de seguro climático atrelado ao crédito reduziu a adesão dos agricultores ao financiamento, possivelmente pela percepção de que já existiria proteção implícita nos contratos de empréstimos. Esse resultado encontra paralelo nos achados de Oñate-Paredes e Ozaki (2025) sobre o programa Proagro Mais no Brasil, que igualmente não identificaram aumento significativo do crédito agrícola por hectare. Esses estudos sugerem que instrumentos de política agrícola podem produzir efeitos distintos daqueles esperados, evidenciando a complexidade do comportamento dos produtores diante de mecanismos de gestão de risco.

No campo da política monetária e dos preços de commodities, Rodrigues e Mattos (2020) identificaram que reduções na taxa de juros elevam os preços reais das commodities brasileiras, incluindo o milho, com respostas rápidas após choques monetários. Entretanto, Jiménez-Rodríguez e Morales-Zumquero (2020) observaram que o repasse desses aumentos ao consumidor final é limitado, especialmente em países emergentes. Esses achados indicam que pressões monetárias tendem a se concentrar nos elos iniciais da cadeia produtiva, não se traduzindo proporcionalmente nos preços finais pagos pelo consumidor.

Além dos fatores macroeconômicos, a literatura enfatiza a relevância de estratégias

tecnológicas e de manejo agrícola. Neumann *et al.* (2024) demonstraram que o uso de fungicidas foliares no milho aumenta a produtividade, melhora a qualidade nutricional e reduz perdas na silagem, com efeitos ampliados pela aplicação combinada de inoculantes. Esses resultados se relacionam com os achados de Souza *et al.* (2018), que destacaram o papel da segunda safra e do avanço tecnológico na migração do polo produtivo do milho para a região Centro-Oeste, evidenciando a importância da inovação para o crescimento do setor.

De forma integrada, os estudos anteriores indicam que o desempenho do milho é moldado por um conjunto de fatores interdependentes: condições macroeconômicas (câmbio e juros), políticas públicas (crédito e seguro rural), estratégias tecnológicas e reorganização territorial da produção (Rodrigues; Mattos, 2020; Florêncio; Melo, 2022; Perales; Martínez, 2022; Onate-Paredes; Ozaki, 2025). Apesar dos avanços empíricos, persistem lacunas quanto à análise simultânea dessas variáveis em diferentes horizontes temporais, especialmente no contexto brasileiro, que combina forte inserção no comércio internacional com desafios internos de infraestrutura, crédito e gestão de risco

Investigações realizadas em outras culturas reforçam a relevância dessa abordagem integrada. Borges Júnior (2024), ao analisar o impacto de variáveis econômicas sobre custos e preços do café entre 2014 e 2022, identificou a taxa de câmbio como principal determinante do preço do produto, dada sua forte vinculação ao mercado internacional. O estudo também evidenciou que juros e inflação afetam custos de financiamento e aquisição de insumos, confirmando a interdependência entre ambiente macroeconômico e rentabilidade agrícola.

De maneira semelhante, Leal (2025) analisou os efeitos de câmbio, taxa SELIC, PIB, IPCA e risco país sobre os custos e preços da soja convencional e geneticamente modificada no Brasil, no período de 2014 a 2023. Os resultados destacaram o câmbio como variável dominante na estrutura de custos, especialmente em insumos importados, e evidenciaram a influência da taxa de juros sobre encargos financeiros e investimentos produtivos. PIB e inflação apresentaram efeitos indiretos, enquanto o risco país impactou investimentos de longo prazo. O estudo também demonstrou diferenças estruturais entre os sistemas produtivos de soja, sugerindo a necessidade de estratégias e políticas públicas ajustadas às especificidades de cada segmento.

A sustentação teórica desses trabalhos na Teoria Contingencial, tanto em Borges Júnior (2024) quanto em Leal (2025), reforça a ideia de que a gestão agropecuária deve adaptar-se às condições econômicas externas. Essa perspectiva é particularmente relevante para a cultura do milho, marcada pela coexistência de sistemas produtivos distintos, como safra e safrinha, que respondem de maneira diferenciada às variáveis macroeconômicas. Nesse

sentido, a presente pesquisa contribui ao integrar múltiplos determinantes econômicos em um modelo analítico voltado especificamente ao milho brasileiro, ampliando a compreensão das interações entre ambiente econômico e desempenho produtivo.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O trabalho classifica-se como descritivo quanto aos objetivos, quantitativa quanto à abordagem do problema e bibliográfica quanto aos procedimentos técnicos, com foco na análise das variáveis econômicas sobre os custos de produção e os preços de venda do milho nos períodos de safra e safrinha, no Brasil. O propósito consiste em compreender como os fatores econômicos impactam os resultados na produção agrícola da cultura, considerando as principais regiões produtoras do país no período de 2015 a 2024.

3.1 Base de dados

Foi selecionado o período de 10 anos para garantir a consistência e captar as variações dos dados em um lapso temporal significativo. A partir desse período, considera-se importante a captura de diversos cenários econômicos, políticos, impactos ambientais e condições climáticas, proporcionando um panorama temporal suficiente para observar variações cíclicas e estruturais do agronegócio, capazes de proporcionar uma análise e estabelecer tendências no longo prazo, da cultura do milho.

A amostra foi composta pelas principais regiões com maior volume de produção de milho no Brasil, compreendendo 13 cidades distribuídas em 8 estados do Brasil, localizados especificamente nas regiões Centro-Oeste, Sul e Sudeste. A distinção dos momentos de safra do milho é dada pelo período de plantio e colheita, portanto, os dados foram analisados separadamente, conforme a disponibilização das séries históricas disponíveis. Foram excluídas as cidades que não possuíam o período completo de dados ou que estavam faltando informações. As cidades selecionadas no estudo, estão listadas no Quadro 3.

Quadro 3: Cidades e regiões selecionadas na amostra do estudo

Tipo de Empreendimento	Município	UF	Cultivo
Agricultura Empresarial	Rio Verde	GO	Safrinha
Agricultura Empresarial	Unaí	MG	Safrinha
Agricultura Empresarial	Chapadão do Sul	MS	Safrinha
Agricultura Empresarial	Primavera do Leste	MT	Safrinha
Agricultura Empresarial	Campo Verde	MT	Safrinha
Agricultura Empresarial	Campo Novo do Parecis	MT	Safrinha
Agricultura Empresarial	Sorriso	MT	Safrinha
Agricultura Empresarial	Londrina	PR	Safrinha
Agricultura Empresarial	Campo Mourão	PR	Safrinha
Agricultura Empresarial	Ubiratã	PR	Safrinha
Agricultura Empresarial	Pedro Afonso	TO	Safrinha
Agricultura Empresarial	Barreiras	BA	Safra
Agricultura Empresarial	Passo Fundo	RS	Safra

Fonte: CONAB (2025).

A diferenciação dos momentos de safra é importante, pois são consideradas características diferentes, como os aspectos agrônômicos, condições climáticas e mercadológicas, oportunidades e demanda, o que pode apresentar impactos e formas diferenciadas de custos e preço de venda.

3.1.2 Variáveis econômicas

Os dados foram coletados em fontes secundárias, em banco de dados oficiais que disponibilizam informações no âmbito econômico e agrícola do Brasil. As informações relativas aos custos de produção e preço do milho foram obtidas no site da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), o PIB e IPCA foram coletados no site do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a taxa de juros, no portal do Banco Central; e as variáveis risco país e taxa de câmbio, no Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA.

Essas variáveis econômicas foram selecionadas por representarem indicadores econômicos capazes de capturar choques estruturais e conjunturais que afetam o agronegócio. Em conjunto, elas refletem o ambiente econômico no qual a produção do milho está inserida, permitindo analisar o impacto de fatores monetários, cambiais e de crescimento econômico sobre os custos e preços do milho safra e safrinha, com base nos estudos empíricos apresentados no Quadro 4.

Quadro 4: Variáveis econômicas e fundamentação teórica

Variável Econômica	Autores	Impactos Esperados
Produto Interno Bruto (PIB)	Boug e Cappelen (2010); Souza <i>et al.</i> (2018); Rodrigues e Mattos (2020)	A expansão do nível de atividade econômica tende a elevar a demanda agregada por commodities agrícolas, contribuindo para valorização de preços e maior dinamismo na comercialização.
Taxa de câmbio	Vieira Nunes, Nicoletto Compagnore e Willrich Sales (2020); Rodrigues e Mattos, (2020); Perales e Martínez (2022)	A depreciação cambial aumenta a competitividade externa das commodities, estimulando exportações, embora simultaneamente pressione os custos de produção devido à maior dependência de insumos importados.
Inflação (IPCA)	Summa e Macrini (2014); Araújo, Calderelli e Cortopasso (2023)	Pressões inflacionárias afetam o poder de compra da moeda e tendem a provocar reajustes nos preços das commodities, além de elevar custos operacionais ao longo da cadeia produtiva.
Taxa de juros (SELIC)	Rodrigues e Mattos (2020), Araújo, Caldarelli e Cortopasso (2023)	Elevações na taxa de juros aumentam o custo do crédito rural, restringem investimentos produtivos e ampliam encargos financeiros na atividade agrícola.
Risco País	Schultz e Brandt (2008), Bredow <i>et al.</i> (2016)	O aumento da percepção de risco soberano encarece o capital, reduz a entrada de investimentos e amplia a incerteza financeira, impactando negativamente o financiamento da produção agrícola.

Fonte: Elaborado com base em Leal (2025).

Para a análise econométrica, foi adotado um modelo de regressão linear com dados em painel, combinando séries temporais com corte transversal, o que possibilita explorar simultaneamente variações entre diferentes regiões produtoras e ao longo do tempo. Essa abordagem permite capturar heterogeneidades não observadas entre as unidades analisadas, aumentando a robustez das estimativas.

O modelo geral estimado é representado por:

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

Em que:

- Y_{it} : variável dependente, custos e preço, no município i no período t ;
- β_0 : interseção do modelo;
- β_n : coeficiente da variável independente, representando o comportamento da variável dependente.;
- u_i : efeito não observado na análise;

- ϵ_{it} : termo livre de erro capaz de capturar as variações não explicadas pelo modelo.

A partir desse modelo, foram estimadas duas equações principais:

$$CUSTO_{it} = \beta_0 + \beta_1 PIB + \beta_2 TC + \beta_3 IPCA + \beta_4 SELIC + \beta_5 RP + u_i + \epsilon_{it}$$

e

$$PREÇO_{it} = \beta_0 + \beta_1 PIB + \beta_2 TC + \beta_3 IPCA + \beta_4 SELIC + \beta_5 RP + u_i + \epsilon_{it}$$

Em que:

- PIB: Produto Interno Bruto;
- TC: taxa de câmbio;
- IPCA: Índice de Preço ao Consumidor Amplo (inflação);
- SELIC: Sistema Especial de Liquidação e de Custódia (taxa de juros);
- RP: risco país.

O software R[®] foi utilizado para o tratamento estatístico dos dados. Para validação do modelo, foram realizados testes de multicolinearidade, heterocedasticidade e autocorrelação dos resíduos, garantindo a consistência estatística das estimativas.

3.1.3 Variáveis de custos

A análise dos custos de produção exigiu a decomposição do custo total em seus principais componentes, permitindo identificar quais elementos são mais sensíveis aos choques macroeconômicos. Essa abordagem possibilita uma visão sistêmica e detalhada da estrutura de custos associada à produção do milho, tanto na safra quanto na safrinha.

As variáveis de custos foram obtidas no banco de dados da CONAB, conforme metodologia do Manual de Levantamento de Custos de Produção (CONAB, 2021), e estão descritas no Quadro 5.

Quadro 5: Levantamento das variáveis de custos

Variável de Custo	Descrição
Custo Total	Somatório de todas as despesas fixas e variáveis, representando o custo total da produção por safra.
Mão de obra	Representam os salários, encargos sociais e benefícios disponibilizados para trabalhadores contratados na produção agrícola.
Administrador	Representa a remuneração do gestor responsável por unidade produtiva, que pode variar de acordo com o tipo de empreendimento e forma de cultivo estabelecido.
Assistência Técnica	São os custos compostos por profissional técnico responsável pela orientação, consultoria especializada para o trato na cultura, tecnologia e demais suportes à produção agrícola.
CESSR	É o tributo obrigatório calculado sobre a receita bruta da comercialização da produção agrícola.
Sementes	Custos com sementes para cada manejo e produção específica.
Fertilizantes	Insumos químicos ou orgânicos, utilizados para fortalecimento e correção do solo.
Agrotóxico	Custos utilizados para combate de pragas no plantio, defensivos, que incluem os inseticidas, fungicidas e herbicidas.
Despesa Administrativa	Representam os gastos, pagos ou incorridos, para gestão do empreendimento rural que estão ligados à produção. Estão relacionados aos gastos com energia elétrica do imóvel, telefone, serviços de contador, rádio comunicador, material de consumo, computador, internet, dentre outros.
Despesa Armazenagem	Custo com o armazenamento, estocagem do produto, que compreendem todo o ciclo desde a recepção, expedição, limpeza e secagem.
Transporte Externo	Compreende o custo para transporte da mercadoria até o armazenamento ou comercialização.
Tratores e Colheitadeiras	Representam o somatório de todas as horas-máquinas identificadas no custeio.
Juros Financiamento	Compreende o montante dos juros pagos sobre os contratos com custeio e subsídios adquiridos para custeio das operações.
Depreciação Benfeitorias/Instalações	Redução do valor das construções e estruturas de propriedades, compreendendo os galpões, silos, currais, cercas, proveniente do uso e ação do tempo.
Depreciação de Implementos Agrícolas	Redução do valor de implementos como plantadeiras, pulverizadores, irrigadores, arados, grades, provenientes do uso e ação do tempo.
Depreciação Máquinas	Redução do valor das máquinas, considerando o valor residual e vida útil para estimativa de depreciação, dado pelas colheitadeiras, maquinários, equipamentos mecanizados, tratores, provenientes do uso e ação do tempo.
Depreciação Total	Somatório das depreciações com benfeitorias/instalações, implementos agrícolas e máquinas.

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

As variáveis de custos do Quadro 5 compõem o conjunto de variáveis dependentes do estudo, permitindo avaliar como choques econômicos afetam cada componente do custo do milho safra e milho safrinha.

Para aprofundar a análise, foram estimadas regressões individuais para cada elemento do custo total, utilizando a mesma especificação econométrica:

$$\text{Custo } K_{it} = \beta_0 + \beta_1 \text{ PIB} + \beta_2 \text{ TC} + \beta_3 \text{ IPCA} + \beta_4 \text{ SELIC} + \beta_5 \text{ RP} + u_i + \epsilon_{it}$$

Em que:

- Custo K: representa cada componente específico do custo.

A padronização das equações permitiu a comparabilidade entre os modelos, evitando distorções decorrentes de diferenças nas unidades de medida. Essa estratégia metodológica possibilita identificar quais componentes do custo são mais sensíveis às variáveis econômicas ao longo do tempo e entre regiões produtoras.

Quadro 6: Modelo de regressão das variáveis de custos

Variável de custo	Modelo de regressão
Mão de obra _{it}	$\beta_0 + \beta_1 PIB + \beta_2 TC + \beta_3 IPCA + \beta_4 SELIC + \beta_5 RP + u_i + \epsilon_{it}$
Administrador _{it}	$\beta_0 + \beta_1 PIB + \beta_2 TC + \beta_3 IPCA + \beta_4 SELIC + \beta_5 RP + u_i + \epsilon_{it}$
Assistência Técnica _{it}	$\beta_0 + \beta_1 PIB + \beta_2 TC + \beta_3 IPCA + \beta_4 SELIC + \beta_5 RP + u_i + \epsilon_{it}$
CESSR _{it}	$\beta_0 + \beta_1 PIB + \beta_2 TC + \beta_3 IPCA + \beta_4 SELIC + \beta_5 RP + u_i + \epsilon_{it}$
Sementes _{it}	$\beta_0 + \beta_1 PIB + \beta_2 TC + \beta_3 IPCA + \beta_4 SELIC + \beta_5 RP + u_i + \epsilon_{it}$
Fertilizantes _{it}	$\beta_0 + \beta_1 PIB + \beta_2 TC + \beta_3 IPCA + \beta_4 SELIC + \beta_5 RP + u_i + \epsilon_{it}$
Agrotóxico _{it}	$\beta_0 + \beta_1 PIB + \beta_2 TC + \beta_3 IPCA + \beta_4 SELIC + \beta_5 RP + u_i + \epsilon_{it}$
Despesa Administrativa _{it}	$\beta_0 + \beta_1 PIB + \beta_2 TC + \beta_3 IPCA + \beta_4 SELIC + \beta_5 RP + u_i + \epsilon_{it}$
Despesa Armazenagem _{it}	$\beta_0 + \beta_1 PIB + \beta_2 TC + \beta_3 IPCA + \beta_4 SELIC + \beta_5 RP + u_i + \epsilon_{it}$
Transporte Externo _{it}	$\beta_0 + \beta_1 PIB + \beta_2 TC + \beta_3 IPCA + \beta_4 SELIC + \beta_5 RP + u_i + \epsilon_{it}$
Tratores e Colheitadeiras _{it}	$\beta_0 + \beta_1 PIB + \beta_2 TC + \beta_3 IPCA + \beta_4 SELIC + \beta_5 RP + u_i + \epsilon_{it}$
Juros Financiamento _{it}	$\beta_0 + \beta_1 PIB + \beta_2 TC + \beta_3 IPCA + \beta_4 SELIC + \beta_5 RP + u_i + \epsilon_{it}$
Depreciação Benfeitorias/Instalações _{it}	$\beta_0 + \beta_1 PIB + \beta_2 TC + \beta_3 IPCA + \beta_4 SELIC + \beta_5 RP + u_i + \epsilon_{it}$
Depreciação de Implementos Agrícolas _{it}	$\beta_0 + \beta_1 PIB + \beta_2 TC + \beta_3 IPCA + \beta_4 SELIC + \beta_5 RP + u_i + \epsilon_{it}$
Depreciação Máquinas _{it}	$\beta_0 + \beta_1 PIB + \beta_2 TC + \beta_3 IPCA + \beta_4 SELIC + \beta_5 RP + u_i + \epsilon_{it}$
Depreciação Total _{it}	$\beta_0 + \beta_1 PIB + \beta_2 TC + \beta_3 IPCA + \beta_4 SELIC + \beta_5 RP + u_i + \epsilon_{it}$

Fonte: Elaborado pelo autor.

Legenda: PIB (Produto Interno Bruto), TC (Taxa de Câmbio), IPCA (Índice de Preços ao Consumidor Amplo), SELIC (Taxa SELIC), RP (Risco País), β_0 (Beta zero, intercepto do modelo), u_i (efeito não observado) e ϵ_{it} (termo de erro).

No Quadro 6 é possível observar as equações formuladas das regressões utilizadas, permitindo uma visão abrangente e específica, ao mesmo tempo, do comportamento das variáveis econômicas sobre as variáveis de custos.

3.2 Teste de diagnóstico estatístico

Os modelos estimados foram submetidos a um conjunto de testes de diagnóstico com a finalidade de verificar a adequação das especificações econométricas, assegurar a consistência dos estimadores e orientar a seleção do modelo mais apropriado para os dados em painel. A aplicação desses testes é essencial em análises com dados longitudinais, pois permite identificar heterogeneidades entre unidades amostrais, bem como problemas associados à estrutura dos resíduos, garantindo maior robustez às inferências estatísticas.

Inicialmente, foi aplicado o teste F de Chow, cujo objetivo é avaliar a adequação do modelo pooled em comparação com modelos que consideram efeitos individuais. O modelo pooled pressupõe homogeneidade estrutural entre as unidades analisadas, isto é, assume que não existem efeitos específicos não observados que diferenciem sistematicamente as unidades da amostra. A hipótese nula do teste estabelece que não há diferenças estruturais significativas entre as unidades, validando o uso do modelo pooled. Quando o p-valor é superior a 0,05, não se rejeita a hipótese nula, indicando que o modelo pooled é estatisticamente aceitável. Em contrapartida, p-valores iguais ou inferiores a 0,05 indicam a presença de heterogeneidade entre as unidades, recomendando a adoção de modelos que incorporem efeitos individuais, como os modelos de efeitos fixos ou de efeitos aleatórios.

Na sequência, foi realizado o teste de Breusch-Pagan, destinado à verificação da presença de heterocedasticidade nos resíduos do modelo. A heterocedasticidade ocorre quando a variância dos erros não é constante ao longo das observações, o que pode comprometer a eficiência dos estimadores e a validade dos testes de significância. A hipótese nula do teste indica homocedasticidade dos resíduos. Quando o p-valor é superior a 0,05, assume-se variância constante dos erros, permitindo a utilização de estimadores tradicionais. Caso o p-valor seja igual ou inferior a 0,05, constata-se heterocedasticidade, recomendando o uso de estimadores robustos ou a consideração de especificações que acomodem essa característica, de modo a preservar a consistência dos resultados.

Por fim, foi empregado o teste de Hausman, cuja finalidade é orientar a escolha entre os modelos de efeitos fixos e efeitos aleatórios. Esse teste avalia se os efeitos individuais não observados estão correlacionados com as variáveis explicativas do modelo. A hipótese nula estabelece que não existe correlação entre os efeitos individuais e os regressores, condição sob a qual o estimador de efeitos aleatórios é consistente e eficiente. Quando o p-valor é superior a 0,05, não se rejeita a hipótese nula, favorecendo o uso do modelo de efeitos aleatórios. Por outro lado, p-valores iguais ou inferiores a 0,05 indicam a presença de correlação entre os efeitos não observados e as variáveis explicativas, tornando o modelo de efeitos fixos mais apropriado.

A aplicação sequencial desses testes permitiu selecionar a especificação econométrica mais adequada para cada equação estimada, considerando simultaneamente a estrutura dos dados em painel, a heterogeneidade entre unidades e as propriedades estatísticas dos resíduos. Esse procedimento assegura maior confiabilidade às estimativas obtidas e fortalece a validade das conclusões do estudo, cujos resultados podem ser observados na Tabela 1.

Tabela 1: Teste de diagnóstico estatístico e seleção do modelo adequado

Variável	Classe	Teste F (Chow)	Teste Breusch-Pagan	Teste de Hausman	Seleção do modelo
		<i>p-valor</i>	<i>p-valor</i>	<i>p-valor</i>	
Custo total	Safra	0,00000	0,00000	1	Fixo
	Safrinha	0,00000	0,00000	1	Fixo
Preço de venda	Safra	0,01943	0,00087	1	Fixo
	Safrinha	0,00000	0,00000	1	Fixo
Tratores e colheitadeiras	Safra	0,00003	0,00000	1	Fixo
	Safrinha	0,00000	0,00000	1	Fixo
Mão de obra	Safra	0,44502	0,01840	1	Aleatório
	Safrinha	0,40839	0,21092	1	Pooled
Administrador	Safra	0,11213	0,04758	1	Fixo
	Safrinha	0,00109	0,00046	1	Fixo
Sementes	Safra	0,00001	0,00000	1	Fixo
	Safrinha	0,00000	0,00000	1	Fixo
Fertilizantes	Safra	0,00122	0,00000	1	Fixo
	Safrinha	0,00000	0,00000	1	Fixo
Agrotóxicos	Safra	0,00564	0,00003	1	Fixo
	Safrinha	0,00000	0,00000	1	Fixo
Transporte externo	Safra	0,95124	0,95751	1	Pooled
	Safrinha	0,00000	0,00000	1	Fixo
Despesas administrativas	Safra	0,00003	0,00000	1	Fixo
	Safrinha	0,00000	0,00000	1	Fixo
Despesas de armazenagem	Safra	0,90887	0,91758	1	Pooled
	Safrinha	0,46384	0,45861	1	Pooled
Assistência técnica	Safra	0,00003	0,00000	1	Fixo
	Safrinha	0,00000	0,00000	1	Fixo
CESSR	Safra	0,00007	0,00000	1	Fixo
	Safrinha	0,00000	0,00000	1	Fixo
Juros sobre financiamento	Safra	0,01084	0,00011	1	Fixo
	Safrinha	0,00000	0,00000	1	Fixo
Depreciação de benfeitorias/instalações	Safra	0,00000	0,00000	1	Fixo
	Safrinha	0,23970	0,22907	1	Pooled
Depreciação de implementos	Safra	0,00000	0,00000	1	Fixo
	Safrinha	0,00000	0,00000	1	Fixo
Depreciação de máquinas	Safra	0,00437	0,00002	1	Fixo
	Safrinha	0,00000	0,00000	1	Fixo
Depreciação total	Safra	0,00000	0,00000	1	Fixo
	Safrinha	0,00000	0,00000	1	Fixo

Fonte: Elaborado pelo autor.

A seleção dos modelos econométricos apresentada na Tabela 1, evidencia a predominância do modelo de efeitos fixos, tanto para o milho safra quanto para a safrinha. Os resultados do teste F de Chow, indicam rejeição do modelo pooled, sugerindo a existência de

heterogeneidade estrutural entre as unidades analisadas. Isso aponta que as diferenças individuais são relevantes e não podem ser ignoradas, justificando a adoção de modelos que controlem efeitos não observáveis.

Os resultados do teste de Breush-Pagan reforçam essa evidência ao indicar, para a maior parte das variáveis, a presença de heterocedasticidade ($p\text{-valor} \leq 0,05$). Esse comportamento sinaliza variância não constante nos resíduos, o que inviabiliza o uso irrestrito do modelo de pooled e reforça a necessidade de especificações mais robustas. Em contraste, algumas variáveis específicas, como transporte externo e despesa com armazenagem, sobretudo no milho safra, apresentam homocedasticidade, ou seja, adequação ao uso do modelo pooled.

Para o teste de Hausman, os resultados foram iguais para todas as variáveis, indicando ausência de correlação estatisticamente significativa entre os indivíduos não observados e as variáveis explicativas. Sobre essa ótica, o modelo de efeitos aleatórios seria, a princípio, adequado. Porém, a decisão final sobre o modelo não se baseia exclusivamente nesse teste, mas na combinação dos resultados diagnósticos e na coerência econométrica com a estrutura dos dados.

Desse modo, a escolha final pelo modelo de efeitos fixos para a maioria das variáveis, indicam vantagens metodológicas e adequação para o tratamento de dados na área do agronegócio. O modelo admite a possibilidade de correlação entre características invariantes no tempo e as variáveis explicativas, reduzindo viés por omissão de variáveis relevantes e assegurando a consistência dos estimadores.

4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

4.1 Estatística descritiva

Esta seção apresenta a análise da estatística descritiva das variáveis utilizadas no estudo, com o objetivo de caracterizar o comportamento dos dados, identificar padrões, dispersões e diferenças estruturais entre o milho safra e o milho safrinha, bem como oferecer subsídios empíricos para a escolha e a correta interpretação do modelo econométrico em dados em painel.

Tabela 2: Estatística Descritiva das Variáveis Econômicas

Variáveis	Modalidade de Cultivo	Média	Intervalo de Confiança a 95%		Mediana	Desvio-padrão	Mínimo	Máximo
			Lim. Inferior	Superior				
PIB	Safra	0.65	-0.77	2.08	1.13	3.04	-3.88	4.60
	Safrinha	0.65	0.09	1.22	1.13	2.98	-3.88	4.60
TAXA DE CÂMBIO (PTAX8000)	Safra	4.37	3.95	4.79	4.47	0.90	3.19	5.39
	Safrinha	4.37	4.21	4.54	4.47	0.88	3.19	5.39
INFLAÇÃO (IPCA)	Safra	5.76	4.57	6.94	4.62	2.54	2.95	10.67
	Safrinha	5.76	5.29	6.23	4.62	2.48	2.95	10.67
JUROS (SELIC)	Safra	9.32	7.46	11.18	10.43	3.98	2.76	14.03
	Safrinha	9.32	8.58	10.06	10.43	3.90	2.76	14.03
RISCO PAÍS	Safra	287.68	263.45	311.92	286.68	51.78	213.66	381.68
	Safrinha	287.68	278.10	297.26	286.68	50.70	213.66	381.68

Fonte: Elaborado pelo autor.

Os indicadores econômicos evidenciam um ambiente de elevada volatilidade ao longo do período analisado, conforme apresentado na Tabela 2. O Produto Interno Bruto (PIB) registrou média de 0,65 para ambas as modalidades de cultivo, acompanhada por um amplo intervalo de variação, com valores mínimos de -3,88 e máximos de 4,60. O desvio-padrão próximo de 3,0 indica significativa dispersão em torno da média, sinalizando uma instabilidade do ciclo econômico no período. A mediana superior à média sugere a presença de assimetria negativa na distribuição dos dados, que pode estar associada à ocorrência de períodos recessivos mais intensos.

Esse comportamento descritivo do PIB sinaliza que o ciclo econômico apresentou oscilações relevantes ao longo do intervalo analisado, aspecto que pode estar associado à dinâmica dos custos e preços do milho, tanto na safra quanto na safrinha. A elevada variabilidade observada nas variáveis econômicas caracteriza um contexto de instabilidade

econômica, frequentemente identificado em economias emergentes após choques externos, como a pandemia da Covid-19, a crise logística internacional e episódios recentes de tensão geopolítica (Mattos; Silveira, 2018; Leal; Duarte, 2023; Mendes *et al.*, 2024).

Conforme destacado por Nascimento *et al.* (2024), períodos de retração econômica tendem a ampliar a heterogeneidade dos custos agrícolas, especialmente em cadeias produtivas intensivas em capital, como a do milho. Nesse contexto, a taxa de câmbio (PTAX) apresentou média de R\$ 4,37 tanto para o milho safra quanto para o milho safrinha, com desvio-padrão relativamente reduzido, em torno de 0,9. Embora a dispersão seja inferior à observada em outras variáveis do estudo, a estabilidade relativa do câmbio não elimina sua relevância analítica, uma vez que variações cambiais são frequentemente associadas ao comportamento dos preços de insumos importados e à formação do preço doméstico do milho.

A inflação, medida pelo IPCA, apresentou média de 5,76%, com valores máximos que atingiram 10,67%, indicando a ocorrência de episódios inflacionários mais acentuados ao longo do período analisado. O desvio-padrão aproximado de 2,5 evidencia variações relevantes na dinâmica inflacionária, elemento que pode estar associado à evolução dos custos operacionais da atividade agrícola. Conforme discutido por Florêncio e Melo (2022), ambientes inflacionários tendem a afetar os custos produtivos por meio do encarecimento de serviços, mão de obra e insumos domésticos, além de aumentar a incerteza nos processos de planejamento e tomada de decisão.

A taxa Selic apresentou média de 9,32%, com valores variando entre 2,76% e 14,03%. A mediana superior à média sugere a predominância de períodos com taxas de juros mais elevadas ao longo do intervalo analisado. Esse comportamento descritivo sinaliza para um ambiente financeiro caracterizado por custo de capital relativamente alto, aspecto frequentemente associado à dinâmica do financiamento e do capital de giro no setor agropecuário. Segundo Rodríguez e Zumaquero (2021), variações nas taxas de juros tendem a influenciar as condições de investimento e financiamento, especialmente em atividades com maior dependência de crédito, como a produção de milho.

Por fim, o risco-país apresentou média próxima de 288 pontos, com elevada dispersão, podendo, portanto, representar o reflexo de períodos de maior instabilidade financeira. A variabilidade desse indicador sugere oscilações nas condições de percepção de risco e nas expectativas macroeconômicas, fatores que, conforme discutido por Henrique, Constantino e Silva (2023), podem estar associados a mudanças nas condições de crédito, no comportamento do câmbio e no ambiente de decisões do setor agropecuário.

Tabela 3: Estatística Descritiva das Variáveis de Custos do Milho

Variáveis	Modalidade de Cultivo	Média	Intervalo de Confiança a 95%		Mediana	Desvio-padrão	Mínimo	Máximo
			Lim. Inferior	Superior				
TRATORES E COLHEITADEIRAS	Safra	1.94	1.44	2.44	1.79	1.06	0.76	4.18
	Safrinha	2.24	2.00	2.49	2.00	1.29	0.60	6.44
MÃO DE OBRA	Safra	0.12	0.05	0.19	0.03	0.15	0.00	0.35
	Safrinha	0.07	0.03	0.11	0.00	0.23	0.00	1.67
ADMINISTRADOR	Safra	0.77	0.33	1.20	0.42	0.94	0.09	3.11
	Safrinha	0.82	0.60	1.04	0.23	1.17	0.04	5.58
SEMENTES	Safra	5.87	4.88	6.86	4.96	2.12	3.75	11.41
	Safrinha	5.90	5.44	6.36	5.00	2.42	2.00	14.74
FERTILIZANTES	Safra	12.70	8.81	16.60	8.00	8.32	5.90	36.50
	Safrinha	9.34	8.29	10.39	7.09	5.54	1.40	28.63
AGROTÓXICOS	Safra	3.30	2.34	4.25	2.21	2.04	1.55	8.20
	Safrinha	4.70	4.30	5.11	4.13	2.14	1.19	9.59
TRANSPORTE EXTERNO	Safra	1.36	0.86	1.86	1.20	1.07	0.00	3.30
	Safrinha	1.82	1.64	2.00	1.94	0.96	0.00	3.90
DESPESA ADMINISTRATIVA	Safra	0.74	0.57	0.91	0.56	0.36	0.44	1.56
	Safrinha	0.72	0.66	0.78	0.61	0.32	0.34	1.66
DESPESA ARMAZENAGEM	Safra	1.25	0.85	1.64	1.28	0.85	0.00	2.86
	Safrinha	1.22	1.10	1.35	1.29	0.68	0.00	2.19
ASSISTÊNCIA TÉCNICA	Safra	0.50	0.38	0.61	0.38	0.24	0.29	1.04
	Safrinha	0.33	0.28	0.38	0.33	0.26	0.00	1.03
CESSR	Safra	0.80	0.66	0.93	0.76	0.29	0.41	1.38
	Safrinha	0.73	0.67	0.79	0.67	0.30	0.28	1.37
JUROS DE FINANCIAMENTO	Safra	1.51	1.02	2.01	0.79	1.06	0.54	3.63
	Safrinha	0.89	0.77	1.01	0.65	0.64	0.08	2.91
DEPRECIÇÃO BENFEITORIAS	Safra	0.93	0.72	1.14	0.76	0.45	0.47	2.05
	Safrinha	0.43	0.33	0.53	0.28	0.53	0.00	2.88
DEPRECIÇÃO IMPLEMENTOS AGRÍCOLA	Safra	0.69	0.55	0.84	0.54	0.31	0.40	1.34
	Safrinha	1.12	0.99	1.26	0.95	0.72	0.11	3.07
DEPRECIÇÃO MÁQUINAS	Safra	0.88	0.65	1.11	0.74	0.50	0.31	1.78
	Safrinha	1.05	0.89	1.21	0.68	0.84	0.33	4.46
DEPRECIÇÃO TOTAL	Safra	2.45	1.91	2.99	1.76	1.15	1.42	4.74
	Safrinha	2.60	2.29	2.91	2.00	1.65	0.65	7.71
CUSTO TOTAL	Safra	41.96	33.24	50.68	30.79	18.63	27.98	78.85
	Safrinha	41.17	37.69	44.64	33.70	18.39	20.11	99.99
PREÇO VENDA	Safra	45.65	35.86	55.44	43.18	20.92	7.03	86.41
	Safrinha	42.97	39.16	46.78	42.28	20.16	16.86	86.19

Fonte: Elaborado pelo autor.

As variáveis associadas à estrutura produtiva evidenciam diferenças relevantes entre o

milho safra e o milho safrinha, apresentadas pela Tabela 3. O uso de tratores e colheitadeiras apresentou média superior na safrinha (2,24) em relação à safra (1,94), além de valores máximos mais elevados, indicando uso intensivo de mecanização nessa modalidade. De acordo com Fuglie e Wang (2012), quanto maior a mecanização da safrinha, maior tende ser a depreciação de máquinas e implementos; dessa forma, os resultados descritivos sinalizam diferenças estruturais persistentes entre os sistemas produtivos, que caracterizam a safrinha como um sistema produtivo mecanizado e tecnicamente intensivo, porém exposto a riscos climáticos e de mercado.

Os custos de mão de obra e administrativos apresentaram, em média, níveis baixos a moderados em ambas as modalidades de cultivo, o que reflete o elevado grau de mecanização e um padrão produtivo relativamente homogêneo na cultura do milho. Todavia, a ocorrência de poucos produtores com valores significativamente elevados nessas variáveis resulta em elevada dispersão dos dados, evidenciada pelos valores máximos observados, especialmente na safrinha. Essa heterogeneidade sugere a existência de diferenças estruturais entre os produtores, possivelmente associadas à escala de produção, ao nível tecnológico adotado e ao grau de profissionalização e organização da gestão, fatores que tendem a ser mais pronunciados no sistema produtivo da safrinha.

Os insumos agrícolas configuram-se como um dos principais componentes do custo de produção. Os gastos com sementes apresentaram médias próximas entre as duas modalidades, embora a safrinha (5,90) apresente maior dispersão e valores máximos mais elevados, sinalizando uma dispersão significativa no aspecto tecnológico. Os fertilizantes destacam-se como o item de maior relevância econômica e de maior diferença entre os cultivos. A safra apresentou média significativamente superior (12,70) em comparação à safrinha (9,34), além de elevado desvio-padrão e valores extremos.

Esse comportamento sinaliza uma forte sensibilidade dessa variável a fatores macroeconômicos. Contudo, a literatura especializada aponta que os fertilizantes constituem um dos componentes de custo mais sensíveis a choques econômicos, especialmente aqueles associados à taxa de câmbio, aos preços internacionais de commodities e às condições do mercado global de insumos (Neumann *et al.*, 2024; Perales; Martínez, 2022). Esses estudos destacam, ainda, a elevada dependência do Brasil em relação ao mercado internacional de fertilizantes, o que contribui para a exposição do setor a variações cambiais e a eventos geopolíticos, fornecendo suporte teórico para a interpretação dos resultados observados.

Os gastos com agrotóxicos apresentaram médias mais elevadas na safrinha (4,70). A literatura aponta que, em sistemas produtivos associados a esse período, tendem a existir

maiores desafios fitossanitários, frequentemente relacionados a condições climáticas e ao calendário agrícola, aspectos amplamente discutidos por Neumann *et al.* (2024). De forma semelhante, os custos com transporte externo exibiram médias superiores na safrinha (1,82). Estudos como o de Cicolin e Oliveira (2016) destacam que diferenças logísticas, envolvendo distância aos mercados consumidores, sazonalidade do escoamento e limitações da infraestrutura de transporte, constituem elementos recorrentes na estrutura de custos do agronegócio, oferecendo suporte teórico para a interpretação dos resultados observados.

As despesas administrativas e de armazenagem apresentaram comportamento relativamente estável, com menor dispersão ao longo do período analisado, indicando menor variabilidade desses custos entre as observações. Os juros de financiamento registraram médias mais elevadas na safra (1,51), evidenciando diferenças no nível desse dispêndio entre as modalidades de cultivo. A literatura destaca que os encargos financeiros podem estar associados às particularidades do ciclo produtivo agrícola, especialmente no que se refere ao momento de realização dos investimentos, conforme discutido por Onate-Paredes e Ozaki (2025). A depreciação total mostrou-se ligeiramente superior na safrinha, com maior participação de máquinas e implementos.

O custo total médio apresentou valores semelhantes entre safra (41,96) e safrinha (41,17), embora a safrinha apresente maior variabilidade, evidenciada por valores máximos (99,99) mais elevados. Esse resultado sinaliza que, apesar de médias próximas, a dispersão dos custos difere entre as modalidades, sugerindo diferenças no comportamento dos custos entre os ciclos produtivos, as particularidades e regionalidades exigidas pela cultura. O preço de venda apresentou média superior na safra (45,65), indicativo de diferenças nos níveis de preço, que podem estar associadas a fatores de mercado.

A elevada dispersão observada em ambas as modalidades indica a presença de heterogeneidade na formação dos preços do milho. A partir da estatística descritiva, constata-se variabilidade relevante entre as unidades produtivas e ao longo do tempo, bem como diferenças nos níveis e na dispersão das variáveis analisadas entre o milho safra e o milho safrinha. Adicionalmente, a volatilidade das variáveis macroeconômicas e a dispersão dos principais componentes de custo sinalizam um ambiente caracterizado por variações entre produtores e períodos, o que indica a adequação do uso de modelos de dados em painel para a análise proposta.

Em particular, tais evidências justificam a adoção de modelos com efeitos fixos, uma vez que permitem controlar características não observadas e invariantes no tempo, assegurando maior consistência na estimação dos impactos das variáveis explicativas sobre os custos e os

preços do milho.

4.2 Análise dos modelos de regressão

Nessa seção serão analisados os modelos de regressão aplicados neste estudo, visando entender o comportamento dos custos e preços do milho com relação às variáveis econômicas. Essa abordagem possibilita compreender o comportamento dos principais elementos que impactam as estruturas de custos e a formação de preços do milho safra e milho safrinha, em que os modelos permitem analisar as associações entre as variáveis.

4.2.1 Custo total e preço de venda

Nesta seção serão apresentadas as análises dos efeitos das variáveis econômicas sobre os componentes específicos de custo total da produção de milho e sobre os preços, diferenciando os impactos entre milho safra e milho safrinha, com base nos resultados das regressões com dados em painel. A diferenciação entre as modalidades produtivas alinha-se à Teoria Contingencial, ao reconhecer que distintos contextos produtivos respondem de maneira heterogênea às pressões ambientais.

Tabela 4: Resultado da regressão do custo total e preço de venda

Variável	Custo Total		Preço	
Tipo	Safra	Safrinha	Safra	Safrinha
PIB				
Coef.	1,0160	0,4683	1,3505	4,2871***
Erro	0,7325	0,3511	1,9060	0,1670
valor-p	0,1887	0,1854	0,4911	0,0000
TAXA CÂMBIO				
Coef.	15,4297***	14,1918***	18,2410**	17,4900***
Erro	1,8551	0,8892	4,8272	0,4230
valor-p	0,0015	0,0000	0,0023	0,0000
INFLAÇÃO (IPCA)				
Coef.	-1,6561*	-1,3937***	-2,9889	-0,5851***
Erro	0,7012	0,3361	1,8245	0,1598
valor-p	0,03445	0,0000	0,1254	0,0004
JUROS (SELIC)				
Coef.	3,1658***	2,6862***	1,9697	0,1560
Erro	0,3592	0,1721	0,9347	0,0819
valor-p	0,0008	0,0000	0,0551	0,0598
RISCO PAÍS				
Coef.	-0,0237	-0,0581*	0,1637	0,2667**
Erro	0,0473	0,0226	0,1231	0,0107
valor-p	0,6249	0,0118	0,2064	0,0000
R²aj.	0,9005	0,84926	0,4386	0,97467

Fonte: Elaborado pelo autor.

Legenda: *** observa-se 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; erro 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.

Os coeficientes de determinação ajustados (R²aj.) indicam que os modelos de custo total apresentam elevada capacidade explicativa, com valores de 0,9005 para o milho safra e 0,8493 para o milho safrinha. Em termos práticos, dadas as limitações e o modelo utilizado no estudo, os custos apresentam associações com o conjunto de variáveis econômicas selecionadas no modelo. Essa evidência está alinhada com a literatura que aponta a sensibilidade dos custos agrícolas ao ambiente econômico, especialmente em economias emergentes, caracterizadas por dependência de insumos importados e financiamento (Onate-Paredes; Ozaki, 2025).

Para os preços de venda, observa-se comportamento distinto entre as modalidades produtivas. O modelo estimado para o preço do milho safra apresentou R²aj. de 0,4386, indicando capacidade explicativa moderada, enquanto o modelo do milho safrinha alcançou 0,9747, sugerindo que, no período analisado, as variáveis econômicas selecionadas estão fortemente associadas à variação dos preços dessa modalidade. Do ponto de vista econômico, esse resultado pode estar relacionado à maior inserção da safrinha em mercados integrados e à

sua exposição a condições financeiras e comerciais mais voláteis, conforme discutido por Rodrigues e Mattos (2020) e Mattos e Silveira (2018). Esse achado reforça os pressupostos contingenciais ao evidenciar que a formação de preços da safrinha é fortemente condicionada ao ambiente externo, enquanto a safra apresenta maior rigidez estrutural frente às mesmas variáveis (Beuren; Fiorentin, 2014; Saches; Alves; Barros, 2023).

Os coeficientes estimados para o PIB apresentaram sinal positivo em todos os modelos, porém não se mostraram estatisticamente significativos para o custo total, tanto no milho safra quanto na safrinha. De acordo com o contexto analisado, esse resultado pode sinalizar que as variações de custos, que parecem responder mais intensamente a variáveis de natureza monetária e financeira. Esse achado difere parcialmente de Rodrigues e Mattos (2020), que identificam efeitos suavizados do PIB sobre custos agrícolas, possivelmente em função de diferenças de período, recorte amostral ou estrutura produtiva. Sob a perspectiva da Teoria Contingencial, essa ausência de significância pode sinalizar que ao nível de atividade econômica, isoladamente, não se configura como um fator contingencial dominante para os custos, sendo superado por variáveis diretamente relacionada às condições financeiras e institucionais (Hu; Islam, 2012; França *et al.*, 2023).

No caso dos preços, o PIB apresentou significância estatística apenas para o milho safrinha, com coeficiente positivo. Economicamente, esse resultado pode ser interpretado como um sinalizador de que expansões da atividade econômica podem estar associadas a maior demanda agregada, refletindo-se em preços mais elevados da safrinha. Esse comportamento é compatível com a literatura que aponta maior sensibilidade dessa modalidade às oscilações de demanda interna e externa (Mattos; Silveira, 2018). Para o milho safra, não foi identificada associação estatisticamente significativa entre PIB e preço.

A taxa de câmbio apresentou coeficientes positivos e estatisticamente significativos em todos os modelos. Do ponto de vista econômico, esse resultado indica que movimentos de desvalorização cambial estão associados a aumentos tanto nos custos quanto nos preços do milho. Isso significa que, a cada 1 unidade de aumento no câmbio, o custo se eleva em 15,42 para o milho safra e 14,12 na safrinha. Nos custos, esse efeito reflete o encarecimento de insumos importados, como fertilizantes, defensivos e máquinas, conforme amplamente discutido por Perales e Martínez (2022). Nos preços, o câmbio mais depreciado tende a ampliar a competitividade das exportações, pressionando os preços domésticos, como observado por Souza *et al.* (2018) e Souza, Silveira e Ballini (2023). A similaridade na magnitude dos coeficientes entre safra e safrinha sugere que ambas as modalidades compartilham elevada exposição ao canal cambial. A taxa de câmbio, à luz da Teoria Contingencial, emerge como um

fator ambiental crítico, exercendo papel estruturante na formação de custos e preços, independentemente da modalidade produtiva, reforçando sua centralidade como variável contingencial (Espejo, Frezatti, 2008; França *et al.*, 2023).

Os resultados associados à inflação (IPCA) indicaram coeficientes negativos para os custos de produção, estatisticamente significativos tanto no milho safra (-1,6561) quanto na safrinha (-1,3937). À primeira vista, esse sinal pode parecer contraintuitivo, uma vez que aumentos no nível geral de preços tendem a elevar os custos produtivos. Contudo, a literatura aponta diferentes mecanismos que complementam esse comportamento, como defasagens no repasse inflacionário, contratos de fornecimento com preços previamente fixados, políticas públicas de apoio ou ganhos de eficiência produtiva em períodos inflacionários (Onate-Paredes; Ozaki, 2025). Assim, os coeficientes negativos, para esse estudo, não devem ser interpretados como redução nominal de custos, mas como um sinalizador de que, no período analisado, os custos agrícolas não acompanharam proporcionalmente a inflação geral da economia. Para Espejo (2008) e Espejo e Frezatti (2008) esse comportamento, na ótica contingencial, conduz ao entendimento de que a adoção de mecanismos adaptativos por parte dos agentes produtivos, contribui no processo de gestão, que podem ser interpretados pelos ajustes contratuais e estratégias de eficiência, diante as pressões inflacionárias.

No modelo de preços, a inflação apresentou coeficiente negativo e estatisticamente significativo apenas para o milho safrinha. Em termos econômicos, esse resultado pode refletir ajustes de preços visando à manutenção da competitividade em ambientes inflacionários, especialmente em mercados com forte orientação externa. A retração do poder de compra doméstico e a concorrência internacional podem limitar o repasse integral da inflação aos preços agrícolas, afetando mais intensamente a safrinha, conforme argumentam Mattos e Silveira (2018). Para o milho safra, a ausência de significância estatística sugere menor associação do modelo entre inflação e preços no período considerado.

A taxa de juros (SELIC) apresentou coeficientes positivos e estatisticamente significativos para o custo total em ambas as modalidades. Esse resultado sinaliza que elevações no custo do crédito podem estar associadas a maiores despesas de produção, o que é coerente com a natureza intensiva em capital da atividade agrícola e com a relevância do financiamento rural (Onate-Paredes; Ozaki, 2025). Em termos práticos, os coeficientes estimados sugerem que variações na taxa básica de juros podem refletir em aumentos proporcionais nos custos, ainda que o impacto desse efeito possa variar conforme a estrutura de endividamento dos produtores.

Para os preços, os coeficientes associados à taxa de juros foram positivos, mas não apresentaram significância estatística. Esse resultado pode sinalizar que os aumentos nos custos

financeiros nem sempre são plenamente repassados aos preços finais, possivelmente em função de restrições de mercado, concorrência ou mecanismos de formação de preços que limitam esse repasse, especialmente no caso da safrinha.

Os resultados do risco país evidenciam diferenças entre as modalidades produtivas. No modelo de custo total, o coeficiente negativo e estatisticamente significativo para o milho safrinha, dadas as limitações do modelo, podem sugerir que períodos de maior incerteza econômica podem estar associados a estratégias defensivas dos produtores, como racionalização do uso de insumos ou adiamento de investimentos, conforme discutido por Vieira Nunes, Nicoletto Compagnore e Willrich Sales (2020). Para o milho safra, não foi observada associação estatisticamente significativa.

No modelo de preços, o risco país apresentou coeficiente positivo e estatisticamente significativo para o milho safrinha, indicando que aumentos na percepção de risco econômico estão associados a preços mais elevados dessa modalidade. Esse fator é coerente à Teoria Contingencial quando observado a adaptação ao ambiente institucional e financeiro adverso, como por exemplo a incorporação de prêmio de risco, especialmente em sistemas mais expostos ao mercado internacional (Cadez; Guilding, 2008). Para o milho safra, novamente, os coeficientes não se mostraram significativos, sugerindo menor sensibilidade dessa modalidade às variações no risco país no período analisado. econômico.

Em uma análise comparativa entre os modelos de plantio, é possível observar que o milho safrinha apresenta maior sensibilidade às variáveis econômicas do que o milho safra, especialmente no que se refere à formação de preços (Sanches; Alves; Barros, 2023). Variáveis como PIB, taxa de câmbio, inflação e risco país mostraram-se estatisticamente significativas apenas para a safrinha, que de acordo com Rodrigues e Mattos (2020), encontra-se em maior exposição a oscilações da demanda, condições financeiras e ambiente de incerteza. Essa diferenciação reforça o pressuposto central da Teoria Contingencial de que não há uma resposta única entre sistemas produtivos distintos, mesmo quando inseridos no mesmo setor (Beuren; Fiorentin, 2014).

Com relação aos custos, ambas as modalidades mostram associação com a taxa de câmbio, a inflação, a taxa de juros e o risco país refletindo a dependência de insumos importados e de financiamento. Observa-se exceção para o impacto econômico do PIB, para os dois modelos de plantio, e do risco país para o modelo safra. Contudo, a significância dos efeitos associados ao risco país e à inflação reforçam a ideia de que a safrinha pode indicar maior vulnerabilidade a choques econômicos, possivelmente devido à sua maior dependência de

condições climáticas, logística e financiamento de curto prazo, conforme exposto por Sanches, Alves e Barros (2023).

Os resultados contribuem para o debate sobre políticas econômicas voltadas à estabilidade cambial, controle da inflação e redução do risco país, elementos relevantes para mitigar a volatilidade de custos e preços no mercado de milho, com impactos particularmente relevantes para a produção de milho safrinha. Do ponto de vista contingencial, as políticas atuam como mecanismos externos capazes de reduzir a instabilidade ambiental, favorecendo maior previsibilidade e eficiência dos sistemas produtivos (França *et al.*, 2023).

Os achados empíricos deste estudo evidenciam que o desempenho econômico do setor produtivo de milho no Brasil apresenta associações relevantes com as variáveis econômicas, com destaque para a taxa de câmbio, a taxa de juros, a inflação e o risco país, contribuindo diretamente para a literatura (Souza *et al.*, 2018; Perales; Martínez, 2022; Henrique; Constantino; Silva, 2023). A identificação desses determinantes fornece evidências que contribuem para o debate de formulação de políticas públicas quanto para a tomada de decisão dos produtores, especialmente no que se refere à gestão de custos, formação de preços e mitigação de riscos. Em consonância com a Teoria Contingencial, os resultados confirmam que o desempenho produtivo e econômico do milho é condicionado pela interação entre estrutura interna e ambiente externo, reforçando a adequação teórica de enquadramento adotado neste estudo, assim como desenvolvido por estudos anteriores de culturas diferentes (Borges Júnior, 2024; Leal, 2025).

4.2.2 Custo com pessoal

Nesta seção serão apresentadas as análises das associações entre as variáveis macroeconômicas sobre os componentes específicos de custo da produção de milho, a saber: mão de obra, custos administrativos, assistência técnica e Contribuição Especial para a Seguridade Social Rural (CESSR), comparando os resultados entre milho safra e milho safrinha, com base nos resultados das regressões com dados em painel.

Tabela 5: Resultado da regressão do custo com mão de obra, administrador, assistência técnica e CESSR

Variável	MÃO DE OBRA		ADMINISTRADOR		ASSISTÊNCIA TÉCNICA		CESSR	
Tipo	Safra	Safrinha	Safra	Safrinha	Safra	Safrinha	Safra	Safrinha
PIB								
Coef.	0,0012	-0,0095	-0,0008	-0,0445	0,0268	0,0169*	0,0609**	0,0769***
Erro	0,0112	0,0120	0,0765	0,0357	0,0131	0,0078	0,0172	0,0063
valor-p	0,9127	0,4290	0,9918	0,2156	0,0612	0,0335	0,0036	0,0000
TAXA CâMBIO								
Coef.	-0,0618***	-0,0101***	0,3933	0,3840***	0,2032***	0,1081***	0,2207***	0,2227***
Erro	0,0284	0,0303	0,1937	0,0904	0,0331	0,0198	0,0435	0,0159
valor-p	0,0295	0,7402	0,0633	0,0001	0,0000	0,0000	0,0002	0,0000
INFLAÇÃO (IPCA)								
Coef.	0,0055	-0,0079	-0,0350	-0,0020	-0,0207	-0,0137	-0,0197	-0,0292***
Erro	0,0107	0,0115	0,0732	0,0342	0,0125	0,0075	0,0165	0,0060
valor-p	0,6071	0,4941	0,6408	0,9533	0,1209	0,0692	0,2536	0,0000
JUROS (SELIC)								
Coef.	-0,0157***	-0,0052	0,0806	-0,0008	0,0329***	0,0167***	0,0326**	0,0219***
Erro	0,0055	0,0059	0,0375	0,0175	0,0064	0,0038	0,0084	0,0031
valor-p	0,0044	0,3741	0,0512	0,9628	0,0002	0,0000	0,0019	0,0000
RISCO PAÍS								
Coef.	0,0004	0,0003	-0,0030	-0,0011	0,0009	0,0006	0,0037**	0,0049***
Erro	0,0007	0,0008	0,0049	0,0023	0,0008	0,0005	0,0011	0,0004
valor-p	0,5867	0,6654	0,5572	0,6250	0,3090	0,2076	0,0054	0,0000
R²aj.	0,3115	0,0103	0,2148	0,0627	0,8062	0,3299	0,7747	0,8391

Fonte: Elaborado pelo autor.

Legenda: *** observa-se 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; erro 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.

De modo geral, observa-se que os componentes de custos apresentam sensibilidades distintas às variáveis econômicas, com maior capacidade explicativa nos modelos de assistência técnica e CESSR, e menor nos custos com mão de obra e administrativos. Os coeficientes de determinação ajustados (R²aj.) revelam diferenças na capacidade explicativa dos modelos entre os diferentes componentes de custo. Para o custo com mão de obra, o R²aj. foi de 0,311 para o milho safra e de apenas 0,010 para o milho safrinha, indicando capacidade explicativa limitada, o que sugere que fatores microeconômicos ou operacionais podem ter maior influência sobre esse componente de custo, particularmente no milho safrinha. Padrão semelhante foi observado para os custos administrativos, cujos R²aj. foram de 0,215 para o milho safra e de 0,063 para o milho safrinha.

Em contraste, os modelos estimados para o custo com assistência técnica apresentaram maior associação, sobretudo para o milho safra ($R^2_{aj.} = 0,806$), enquanto a safrinha apresentou poder explicativo moderado do modelo ($R^2_{aj.} = 0,330$). No caso da CESSR, os modelos mostraram maior associação em ambas as modalidades produtivas, com $R^2_{aj.}$ de 0,775 para o milho safra e de 0,839 para o milho safrinha, indicando forte relação entre esse componente de custo e as variáveis econômicas do modelo.

A associação estatisticamente positiva entre assistência técnica e PIB pode estar relacionada ao aumento da demanda por serviços técnicos em períodos de expansão econômica, nos quais os produtores tendem a intensificar o uso de suporte especializado como forma de aprimorar o desempenho produtivo e gerencial. Esse resultado é coerente com a literatura, uma vez que, conforme discutem Sanches, Alves e Barros (2023), ambientes econômicos mais favoráveis costumam estimular a adoção de práticas técnicas e gerenciais mais estruturadas no setor agropecuário.

Em contraste, o coeficiente negativo do PIB para a variável mão de obra no milho safrinha e para a variável administrador em ambos os modelos pode indicar uma associação inversa entre o nível de atividade econômica e esses componentes de custo, sugerindo um movimento distinto na alocação dos fatores produtivos. Esse resultado está alinhado a Nuintin e Calegario (2014), que apontam que, em períodos de expansão econômica, as empresas tendem a intensificar o uso de capital e tecnologia, reduzindo a participação relativa do trabalho na estrutura produtiva. Esse resultado dialoga com a Teoria Contingencial ao sugerir que, em contextos de crescimento econômico ocorre substituição relativa entre fatores produtivos, com maior ênfase em capital e tecnologia em detrimento do trabalho (França *et al.*, 2023; Leal; Duarte, 2023).

A associação estatisticamente positiva observada entre o PIB e o CESSR no modelo aplicado pode estar relacionada a um ambiente econômico mais favorável, no qual períodos de expansão da atividade econômica tendem a ampliar o valor declarado da produção e da receita bruta agropecuária, refletindo-se na arrecadação dessa contribuição. Esse resultado encontra respaldo em Rodrigues e Mattos (2020), que discutem que o crescimento do PIB está associado à maior formalização das atividades produtivas e à ampliação da base de incidência de tributos vinculados à comercialização agrícola.

De forma complementar, a literatura sugere que contextos de crescimento econômico podem estar relacionados a mudanças na organização produtiva e no uso de serviços técnicos no meio rural. Giné e Yang (2009) destacam que ambientes econômicos mais favoráveis tendem a estimular a intensificação produtiva e a maior utilização de serviços de extensão e

assistência técnica, especialmente em sistemas mais tecnificados, como o milho safrinha. Assim, a associação identificada no modelo pode refletir esse movimento estrutural, sem que se estabeleça relação causal direta.

A taxa de câmbio apresentou associação estatisticamente significativa nos modelos estimados, indicando sua relevância no comportamento de determinados componentes de custo. De acordo com a Teoria Contingencial, a taxa de câmbio atua como um fator ambiental externo crítico, condicionando decisões relacionadas à alocação de trabalho, gestão e uso de serviços especializados (Araújo; Caldarelli; Cortapasso, 2023; Cadez; Guilding, 2008). No caso da variável mão de obra, os coeficientes negativos observados tanto no milho safra quanto no milho safrinha sugerem uma associação inversa entre a taxa de câmbio e os custos com trabalho, indicando que períodos de depreciação cambial podem estar relacionados à redução relativa desses custos. Esse resultado pode estar associado a defasagens no repasse cambial para a produção e o emprego, conforme discutido por Perales e Martínez (2022), que destacam que os efeitos do câmbio sobre os custos produtivos e o mercado de trabalho tendem a ocorrer de forma não imediata.

Em relação aos custos com administrador, a taxa de câmbio apresentou significância estatística, o que pode indicar uma associação com o aumento das despesas gerenciais em ambientes de maior volatilidade cambial. Esse comportamento está alinhado à interpretação de Rodrigues e Mattos (2020), segundo os quais contextos de instabilidade cambial tendem a demandar maior esforço de gestão, planejamento e controle, refletindo-se em elevação relativa dos custos administrativos. Além disso, é possível reforçar que, pela análise contingencial, de que ambientes de maior incerteza econômica demandam maior esforço organizacional e gerencial, refletindo-se nos custos administrativos (Beuren; Fiorentin, 2014).

A taxa de câmbio apresentou associação estatisticamente significativa nos modelos estimados, indicando sua relação com o comportamento de alguns componentes de custo. No caso da variável mão de obra, os coeficientes negativos observados tanto no milho safra quanto no milho safrinha sugerem uma associação inversa entre a taxa de câmbio e os custos com trabalho, podendo estar associados à redução relativa desses custos em contextos de depreciação cambial. Esse resultado pode estar relacionado a defasagens no repasse cambial para a produção e o emprego, conforme discutido por Perales e Martínez (2022), que destacam que os efeitos do câmbio sobre os custos produtivos e o mercado de trabalho tendem a ocorrer de forma não imediata.

Em relação aos custos com administrador, a taxa de câmbio apresentou significância estatística, o que pode indicar uma associação com o aumento das despesas gerenciais em

ambientes de maior volatilidade cambial, em linha com a interpretação de Rodrigues e Mattos (2020), segundo os quais contextos de instabilidade cambial tendem a demandar maior esforço de gestão e controle das atividades produtivas.

Os resultados obtidos podem estar relacionados aos efeitos dos choques cambiais sobre o mercado de trabalho agrícola e sobre os custos administrativos, conforme discutido na literatura. Rodrigues e Mattos (2020), Florêncio e Melo (2022) e Perales e Martínez (2022) indicam que a volatilidade cambial tende a se associar a alterações na estrutura de custos do setor agrícola, incluindo componentes ligados ao trabalho e à gestão, especialmente em propriedades mais integradas ao mercado e expostas a maior instabilidade econômica. Adicionalmente, evidências internacionais sugerem que ambientes de maior volatilidade cambial podem estar associados ao aumento das demandas de coordenação, planejamento e controle, refletindo-se em elevação relativa dos gastos administrativos (Rodríguez; Zumaquero, 2021).

No que se refere à taxa de câmbio, a variável assistência técnica apresentou coeficientes positivos, os quais podem estar associados a variações nos custos dos serviços técnicos, especialmente daqueles vinculados a insumos, tecnologias e equipamentos com algum grau de dependência externa. De forma semelhante, para o CESSR, os coeficientes positivos observados sugerem uma associação entre a depreciação cambial e o aumento do valor nominal da produção, o que pode refletir-se na base de incidência da contribuição. Essa interpretação encontra respaldo em Leal (2025), que discute como oscilações cambiais tendem a se associar a alterações no valor monetário das operações agropecuárias.

Conforme discutem Oñate-Paredes e Ozaki (2025), a dependência do setor agrícola brasileiro de equipamentos, tecnologias e insumos com elevado conteúdo importado pode tornar os custos associados à assistência técnica mais sensíveis às variações da taxa de câmbio. No que se refere ao CESSR, a literatura indica que a valorização nominal da produção, observada em contextos de oscilação cambial e paridade de exportação, pode ampliar a base de cálculo dessa contribuição previdenciária rural, conforme apontam Rodrigues e Mattos (2020) e Perales e Martínez (2022).

A inflação apresentou associações limitadas com os componentes de custo analisados, não sendo identificada significância estatística para as variáveis mão de obra e administrador em ambas as modalidades produtivas. Esse resultado pode estar relacionado às características desses custos no setor agrícola, que tendem a apresentar maior rigidez no curto prazo. Salários, remunerações administrativas e contratos de prestação de serviços costumam ser ajustados com

defasagem em relação às variações inflacionárias, o que reduz o repasse imediato da inflação para esses componentes de custo.

Essa interpretação é consistente com Rodrigues e Mattos (2020), que argumentam que, no curto prazo, pressões inflacionárias são frequentemente absorvidas por estruturas contratuais rígidas e por mecanismos de indexação incompletos, especialmente no agronegócio. De forma complementar, Florêncio e Melo (2022) destacam que, quando comparada a variáveis como taxa de câmbio e taxa de juros, a inflação tende a exercer um impacto mais indireto e menos persistente sobre os custos fixos e semirrígidos da produção agrícola, o que contribui para a ausência de significância estatística observada nos modelos estimados.

Em relação à variável assistência técnica, a associação com a inflação sugere um comportamento distinto, que pode estar relacionado a processos de renegociação contratual ou à compressão relativa de custos em períodos inflacionários, à medida que produtores buscam ajustar despesas operacionais para preservar margens. No caso do CESSR, o coeficiente negativo da inflação observado para o milho safrinha pode indicar uma redução do valor real da base contributiva ou ajustes na arrecadação efetiva dessa contribuição, constituindo uma possível explicação econômica para o resultado, sem que se estabeleça uma relação causal direta.

A taxa básica de juros (SELIC) apresentou associação estatisticamente significativa com o custo de mão de obra na modalidade safra, com coeficiente negativo (-0,0157), indicando uma relação inversa entre a taxa de juros e esse componente de custo. Esse resultado sugere que variações na taxa de juros podem estar associadas a ajustes na estrutura de custos com trabalho no milho safra.

Para os custos com administrador, embora os coeficientes da SELIC tenham apresentado sinais distintos entre as modalidades safra e safrinha, não foi identificada significância estatística ao nível nominal de 5%, indicando ausência de evidência empírica suficiente para sustentar uma associação estatisticamente relevante entre a taxa de juros e esse componente de custo nos modelos estimados.

A literatura aponta que ambientes de juros elevados tendem a influenciar decisões relacionadas à alocação de recursos produtivos e à gestão de custos no setor agrícola. Rodrigues e Mattos (2020) discutem que, em contextos de maior restrição monetária, produtores podem adotar estratégias de racionalização de custos e de ajuste relativo entre fatores de produção, especialmente em sistemas mais capitalizados. Nesse sentido, a associação observada no modelo pode refletir esse contexto macroeconômico, sem que se estabeleça relação causal direta.

No que se refere à assistência técnica, a taxa de juros apresentou significância estatística tanto para o milho safra quanto para o milho safrinha, indicando uma associação positiva entre a SELIC e esse componente de custo. Esse resultado sugere que variações na taxa de juros podem estar relacionadas a mudanças nos dispêndios com serviços técnicos especializados.

Para o CESSR, os coeficientes positivos associados à taxa de juros indicam uma relação direta entre a SELIC e o custo previdenciário rural, sugerindo que ambientes de juros mais elevados podem estar associados a maior nível desse encargo, sem que se infiram os mecanismos subjacentes a essa relação.

A literatura destaca que o custo do crédito pode influenciar decisões produtivas no setor agrícola, especialmente em economias emergentes. Onate-Paredes e Ozaki (2025) discutem que ambientes de juros elevados tendem a aumentar o custo financeiro associado à produção, o que pode afetar a estrutura de custos e os resultados econômicos das atividades agrícolas. Nesse sentido, a associação observada neste estudo entre a taxa de juros e determinados componentes de custo pode ser interpretada à luz desse contexto macroeconômico, sem que se estabeleça relação causal direta ou se infiram mecanismos específicos não testados pelo modelo.

O risco país apresentou associação estatisticamente significativa apenas nos modelos estimados para o CESSR, tanto no milho safra quanto no milho safrinha, com coeficientes positivos. Esse resultado pode estar relacionado a contextos de maior instabilidade econômica, nos quais variações no ambiente macroeconômico tendem a se refletir no valor monetário das operações agropecuárias e, conseqüentemente, na base de incidência da contribuição previdenciária rural. Para os demais componentes de custo analisados, não foram identificadas associações estatisticamente significativas com o risco país, indicando que seus efeitos, no âmbito deste estudo, se concentram de forma mais restrita.

Estudos anteriores, Tonin e Frago (2020), Abaidoo e Agyapong (2021) e Xing, Li e Yang (2024), sugerem que o risco país afeta principalmente variáveis associadas ao valor da produção e ao financiamento, enquanto os custos operacionais tendem a apresentar maior rigidez no curto prazo. Tonin e Frago (2020) reforçam que aumento no risco país impacta na arrecadação e os preços agrícolas mais intensamente do que os custos diretos de produção.

De forma geral, os resultados indicam que os componentes de custo mais associados às variáveis econômicas foram a assistência técnica e a CESSR, com efeitos mais evidentes no milho safrinha. Em contraste, os custos com mão de obra e administrador demonstram comportamento mais estável, com menor resposta às oscilações econômicas. Observa-se ainda que a taxa de câmbio e a taxa de juros apresentaram associações recorrentes com a estrutura de

custos do milho, enquanto o milho safrinha mostrou maior sensibilidade ao ambiente econômico em comparação ao milho safra.

4.2.3 Insumos agrícolas

Esta subseção apresenta a análise dos efeitos das variáveis econômicas sobre os principais insumos da produção de milho, especialmente sementes, fertilizantes e agrotóxicos, com base nos resultados das regressões com dados em painel, permitindo comparar o comportamento desses custos entre as modalidades de cultivo.

Tabela 6: Resultado da regressão do custo com sementes, fertilizantes e agrotóxicos

Variável	SEMENTES		FERTILIZANTES		AGROTÓXICOS	
Tipo	Safra	Safrinha	Safra	Safrinha	Safra	Safrinha
PIB						
Coef.	-0,1682	-0,0208	1,3520*	0,8413***	0,1499	0,0854
Erro	0,1038	0,0757	0,6068	0,1749	0,1662	0,0565
valor-p	0,1294	0,7844	0,0442	0,0000	0,3836	0,1342
TAXA CÂMBIO						
Coef.	1,2784***	1,3387***	6,2282**	3,9321***	1,6001**	1,5016***
Erro	0,2630	6,9788	1,5369	0,4430	0,4209	0,1431
valor-p	0,0003	0,0000	0,0014	0,0000	0,0022	0,0000
INFLAÇÃO (IPCA)						
Coef.	-0,0304	-0,0744	-0,7903	-0,6049***	-0,1467	-0,0996
Erro	0,0994	0,0725	0,5809	0,1674	0,1591	0,0541
valor-p	0,7647	0,3072	0,1968	0,0005	0,3731	0,0688
JUROS (SELIC)						
Coef.	0,3021***	0,2616***	0,9665**	0,6358***	0,2230*	0,2561***
Erro	0,0509	0,0371	0,2976	0,0858	0,0815	0,0277
valor-p	0,0000	0,0000	0,0064	0,0000	0,0170	0,0000
RISCO PAÍS						
Coef.	-0,0281**	-0,0166**	0,0731	0,0455***	0,0050	-0,0059
Erro	0,0067	0,0049	0,0392	0,0113	0,0107	0,0037
valor-p	0,0011	0,0010	0,0850	0,0001	0,6479	0,1092
R²aj.	0,8263	0,5618	0,6416	0,6203	0,5379	0,7027

Fonte: Elaborado pelo autor.

Legenda: *** observa-se 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; erro 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.

Os modelos estimados por efeitos fixos indicam que as variáveis econômicas selecionadas apresentam capacidade explicativa consistente para os custos com insumos agrícolas, especialmente sementes, fertilizantes e agrotóxicos, tanto na safra quanto na safrinha.

Os valores do coeficiente de determinação ajustado sugerem que uma parcela relevante da variação desses custos está associada às condições macroeconômicas consideradas no modelo.

Esse resultado indica que os custos com insumos agrícolas tendem a apresentar maior sensibilidade às oscilações do ambiente econômico quando comparados a outros componentes da estrutura de custos, refletindo sua exposição a variações de preços, condições de mercado e decisões de aquisição ao longo do ciclo produtivo. Assim, os achados reforçam a importância do contexto econômico na formação dos custos com insumos, limitados aos resultados abordados e testados nesse estudo. Do ponto de vista da Teoria Contingencial, essa maior sensibilidade reforça o papel dos insumos como elementos estratégicos de ajuste produtivo frente a ambientes econômicos instáveis (Cadez; Guilding, 2008).

O Produto Interno Bruto (PIB) apresentou associação estatisticamente significativa apenas com os custos de fertilizantes, tanto no milho safra quanto no milho safrinha. Em ambas as modalidades, os coeficientes estimados foram positivos, indicando uma relação direta entre o nível de atividade econômica e o custo desse insumo. Esse resultado sugere que variações no crescimento econômico podem estar associadas a mudanças nos custos dos fertilizantes, além de, com base na Teoria Contingencial, conduzir ao entendimento de que a expansão econômica cria um ambiente favorável à intensificação produtiva, elevando a demanda por insumos estratégicos como fertilizantes (Hu; Islam, 2012; Souza *et al.*, 2018).

A taxa de câmbio apresentou associação estatisticamente significativa em diferentes modelos estimados para os custos com sementes, fertilizantes e agrotóxicos, com coeficientes positivos tanto no milho safra quanto no milho safrinha. Esses resultados indicam uma relação direta entre as variações cambiais e os custos desses insumos, sugerindo que movimentos de depreciação da moeda podem estar associados a aumentos nos valores observados desses componentes. Para França *et al.* (2023) a taxa de câmbio atua como fator contingencial ambiental externo crítico, condicionando diretamente a estrutura de custos de sistemas produtivos dependentes de insumos com conteúdo importado. Essa interpretação ainda é reforçada por Perales e Martínez (2022), que discutem que oscilações cambiais tendem a se associar a variações nos custos de insumos agrícolas, especialmente daqueles com maior exposição ao mercado internacional, sem que se estabeleça uma relação causal direta.

Rodrigues e Mattos (2020) discutem que variações cambiais podem estar associadas a movimentos distintos nos preços das commodities agrícolas, especialmente em contextos nos quais a estocagem desempenha papel relevante na estratégia de comercialização. Nesses casos, a volatilidade cambial pode ampliar o espaço de negociação e influenciar decisões de retenção e venda da produção. Em perspectiva complementar, Perales e Martínez (2022) destacam que

a instabilidade cambial pode também se associar a efeitos adversos sobre o comércio exterior, ao aumentar a incerteza e os custos de transação, o que pode limitar o dinamismo das exportações agrícolas.

Assim, os resultados da literatura sugerem que os efeitos do câmbio sobre a comercialização das commodities não são uniformes, podendo variar conforme o grau de exposição ao mercado internacional, as condições de estocagem e as estratégias adotadas pelos produtores. Esse comportamento reforça a Teoria Contingencial ao evidenciar que a resposta dos sistemas produtivos depende do grau de exposição ao ambiente externo e da estratégia adotada pelos produtores (Hu; Islam, 2012). No caso do milho safrinha, mais integrado ao comércio externo, essa heterogeneidade de efeitos torna-se particularmente relevante para a interpretação dos resultados.

Esse resultado dialoga com evidências empíricas da literatura ao indicar que a taxa de câmbio pode atuar como um dos canais de transmissão de choques externos para os custos de produção no agronegócio brasileiro (Rodrigues; Mattos, 2020; Perales; Martínez, 2022). A recorrência da associação entre a taxa de câmbio e os custos observada nos modelos estimados contribui para a compreensão de sua relevância relativa na formação dos custos do milho.

A inflação apresentou, em geral, coeficientes negativos e ausência de significância estatística para a maior parte dos componentes analisados. A exceção foi observada para os custos com fertilizantes na modalidade do milho safrinha, para os quais a inflação apresentou associação estatisticamente significativa ao nível de 5%, com coeficiente negativo (-0,6049). Esse resultado indica uma relação inversa entre a inflação e o custo desse insumo na safrinha, sugerindo que variações inflacionárias podem estar associadas a reduções relativas nos valores observados.

Rodríguez e Zumaquero (2021) discutem que o repasse de preços ao produtor tende a ocorrer de forma semelhante em economias emergentes e avançadas, enquanto o repasse ao consumidor final costuma apresentar maior defasagem. Os autores também destacam que os preços dos insumos agrícolas nem sempre acompanham imediatamente o nível geral de preços, especialmente em mercados com elevada concorrência internacional. Essas evidências ajudam a contextualizar os resultados observados, ao indicar que variações inflacionárias podem se refletir de maneira não imediata e heterogênea nos custos enfrentados pelos produtores. Em contextos inflacionários, de acordo com a Teoria Contingencial, os agentes econômicos adotam mecanismos adaptativos, como renegociação contratual e ajustes operacionais, que atenuam o repasse imediato da inflação aos custos dos insumos (Borges Júnior, 2024; Leal, 2025).

A taxa básica de juros (SELIC) apresentou associação estatisticamente significativa com os custos de insumos em diferentes modelos estimados, tanto no milho safra quanto no milho safrinha, com coeficientes positivos. Em alguns casos, a magnitude do efeito foi relativamente maior na modalidade safrinha, indicando uma sensibilidade diferenciada entre os ciclos produtivos. Esses resultados sugerem que variações na taxa de juros podem estar associadas ao comportamento dos custos de insumos agrícolas, refletindo o papel das condições de crédito e financiamento no processo de aquisição desses fatores.

Essa interpretação é compatível com a literatura, uma vez que Oñate-Paredes e Ozaki (2025) discutem que ambientes de juros mais elevados tendem a se associar a maiores custos financeiros nas operações agrícolas, seja por meio do crédito rural, do financiamento junto a fornecedores ou de restrições de liquidez, sem que se estabeleça relação causal direta.

Esse resultado está em linha com estudos que apontam a sensibilidade dos custos agrícolas às condições do ambiente monetário, especialmente em economias emergentes, e dialoga com os achados obtidos para outros componentes do custo total da produção analisados neste estudo (Souza *et al.*, 2018; Rodríguez; Zumaquero, 2021). A associação observada entre a taxa de juros e os custos reforça a interpretação de que variações monetárias podem se refletir na estrutura de custos da atividade agrícola.

Nesse sentido, Oñate-Paredes e Ozaki (2025) discutem que a taxa de juros se relaciona às condições de financiamento do crédito rural, o que pode influenciar decisões produtivas e de investimento. Assim, os resultados encontrados podem ser interpretados à luz desse contexto, sem que se estabeleçam relações causais diretas ou se infiram efeitos específicos não testados pelo modelo.

O risco país apresentou efeitos distintos entre os insumos. Para as sementes, os coeficientes negativos e estatisticamente significativos podem indicar possível compressão de preços ou renegociação contratual em contextos de maior instabilidade econômica. No caso dos fertilizantes, o risco país apresentou efeito positivo e estatisticamente significativo no milho safrinha, sugerindo possível incorporação de prêmios de risco nos preços desse insumo relevante, conforme sugerido por Henrique, Constantino e Silva (2023).

Os resultados obtidos dialogam com a literatura ao indicar que contextos de maior incerteza econômica podem estar associados a variações no comportamento dos custos ao longo da cadeia produtiva, ainda que de forma heterogênea entre os diferentes componentes analisados. À luz da Teoria Contingencial, o risco país pode ser interpretado como um elemento institucional que afeta de forma diferenciada os elos da cadeia produtiva, dependendo do grau de dependência externa e do nível de formalização dos insumos (Hu; Islam, 2012; Beuren;

Fiorentin, 2014). No caso específico do risco país, a associação observada nos modelos sugere que esse indicador pode refletir condições macroeconômicas mais amplas, que se relacionam com o desempenho econômico do setor agrícola.

Nesse sentido, Vieira Nunes, Nicoletto Compagnore e Willrich Sales (2020) discutem que níveis mais elevados de risco país tendem a se associar a alterações nas condições de rentabilidade e financiamento da produção, o que pode influenciar decisões econômicas dos produtores. Assim, os achados do estudo podem ser interpretados à luz desse ambiente de incerteza, sem que se estabeleçam relações causais diretas ou mecanismos específicos não testados empiricamente.

De modo geral, os resultados indicam que os custos de insumos, especialmente fertilizantes e sementes, constituem um dos canais relevantes de transmissão das variáveis econômicas para o custo total do milho. A maior sensibilidade desses insumos à taxa de câmbio e à taxa de juros pode ajudar a explicar os coeficientes mais elevados e estatisticamente significativos dessas variáveis nos modelos de custo total, discutidos anteriormente.

Além disso, observa-se que o milho safrinha apresenta maior exposição às variáveis econômicas, com maior número de coeficientes significativos e maior sensibilidade ao PIB, à inflação e ao risco país. Essa sensibilidade reforça a interpretação contingencial de que a safrinha opera sob um ambiente completo e instável, exigindo maior capacidade de adaptação econômica, financeira e institucional (Sanches, Alves; Barros, 2023). Esse comportamento é reforçado, ainda, pelos resultados obtidos por Souza *et al.* (2018) que evidenciam que a safrinha está mais exposta a choques econômicos, financeiros e institucionais, exigindo estratégias diferenciadas de gestão de risco e políticas públicas específicas.

4.2.4 Custos operacionais

Os resultados obtidos a partir dos modelos de dados em painel sugerem que os custos operacionais do milho respondem de forma heterogênea às condições macroeconômicas, refletindo diferenças relevantes tanto na natureza econômica de cada componente de custo quanto na estrutura produtiva associada ao milho safrinha e ao milho safrinha. De maneira geral, observa-se que os custos vinculados ao financiamento, à mecanização e à gestão operacional apresentam maior associação com variáveis monetárias e financeiras, enquanto os custos relacionados à armazenagem e à logística tendem a apresentar menor sensibilidade às oscilações econômicas de curto prazo, indicando maior dependência de fatores estruturais e regionais.

Essa heterogeneidade evidencia que o impacto das variáveis econômicas sobre os custos operacionais não ocorre de forma uniforme, mas está condicionado ao grau de capitalização, à intensidade tecnológica e à dependência de crédito de cada modalidade produtiva. Nesse contexto, o milho safrinha revela maior exposição ao ambiente econômico, especialmente nos componentes associados à mecanização e ao financiamento, o que sugere uma estrutura de custos mais sensível às condições financeiras e institucionais quando comparada ao milho safra.

Tabela 7: Resultado da regressão do custo com despesas operacionais

Variável	DESPESA ADMINISTRATIVA		DESPESA ARMAZENAGEM		TRANSPORTE EXTERNO		TRATORES E COLHEITADEIRAS		JUROS FINANCIAMENTO	
Tipo	Safra	Safrinha	Safra	Safrinha	Safra	Safrinha	Safra	Safrinha	Safra	Safrinha
PIB										
Coef.	0,0410	0,0194*	0,0074	0,0415	-0,0114	0,0545	0,0271	0,0207	-0,0116	-0,0085
Erro	0,0196	0,0094	0,1195	0,0366	0,1523	0,0277	0,0455	0,0353	0,0949	0,0140
valor-p	0,0564	0,0412	0,9517	0,2604	0,9414	0,0519	0,5614	0,5587	0,9047	0,5456
TAXA CÂMBIO										
Coef.	0,3042***	0,2692***	-0,2036	-0,1134	0,0391	0,3504***	0,7275***	0,7726***	0,4909	0,4359***
Erro	0,0495	0,0238	0,3026	0,0928	0,3858	0,0702	0,1151	0,0893	0,2405	0,0355
valor-p	0,0000	0,0000	0,5119	0,2242	0,9207	0,0000	0,0000	0,0000	0,0620	0,0000
INFLAÇÃO (IPCA)										
Coef.	-0,0313	-0,0326***	-0,0075	-0,0088	-0,0047	-0,0218	-0,0489	-0,0593	-0,0604	-0,0533***
Erro	0,0187	0,0090	0,1144	0,0351	0,1458	0,0265	0,0435	0,0338	0,0909	0,0134
valor-p	0,1186	0,0005	0,9487	0,8021	0,9749	0,4136	0,2814	0,0820	0,5179	0,0001
JUROS (SELIC)										
Coef.	0,0496***	0,0377***	0,0054	-0,0198	0,0312	0,0504***	0,0981***	0,1226***	0,2096***	0,1124***
Erro	0,0096	0,0046	0,0586	0,0180	0,0747	0,0136	0,0223	0,0173	0,0466	0,0069
valor-p	0,0002	0,0000	0,9282	0,2729	0,6828	0,0003	0,0007	0,0000	0,0006	0,0000
RISCO PAÍS										
Coef.	0,0014	0,0010	-0,0027	0,0018	-0,0038	0,0007	-0,0025	-0,0036	-0,0036	-0,0034***
Erro	0,0013	0,0006	0,0077	0,0024	0,0098	0,0018	0,0029	0,0023	0,0061	0,0009
valor-p	0,3038	0,1190	0,7354	0,4504	0,7017	0,7040	0,4115	0,1184	0,5659	0,0003
R²aj.	0,8081	0,6640	0,2791	0,0214	0,3045	0,3124	0,8032	0,5867	0,4837	0,8103

Fonte: Elaborado pelo autor.

Legenda: *** observa-se 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; erro 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.

De modo geral, os resultados indicam que os modelos apresentam maior capacidade explicativa para os custos associados à gestão administrativa, à mecanização e ao financiamento da produção, sugerindo que esses componentes são mais sensíveis às variáveis econômicas incorporadas na modelagem. Esse comportamento evidencia que custos vinculados ao uso de

capital, ao acesso ao crédito e à estrutura organizacional respondem de forma mais consistente às condições macroeconômicas, tanto no milho safra quanto no milho safrinha.

Em contraste, os custos relacionados à armazenagem e ao transporte externo apresentam menor aderência às variáveis econômicas consideradas, o que indica que esses componentes tendem a ser mais fortemente condicionados por fatores estruturais, logísticos e regionais, como infraestrutura disponível, distância aos mercados consumidores e estratégias de comercialização, elementos não plenamente capturados pelo modelo econométrico. Do ponto de vista da Teoria Contingencial, essa menor sensibilidade sugere que determinados custos operacionais são definidos por contingências estruturais relativamente estáveis, menos propensas às flutuações macroeconômicas de curto prazo (Beuren, Fiorentin, 2014).

No caso das despesas administrativas, os resultados indicam que a taxa de câmbio apresenta coeficiente positivo e estatisticamente significativo tanto para o milho safra quanto para o milho safrinha, ao nível convencional de significância estatística. Esse resultado sugere uma associação positiva entre a desvalorização cambial e o comportamento desse componente de custo, indicando que as variações cambiais podem estar relacionadas a ajustes nas despesas administrativas das unidades produtivas, sem que se possa inferir uma relação causal direta. Essa evidência é compatível com estudos que apontam que ambientes de maior volatilidade econômica tendem a se refletir nos custos indiretos da produção agrícola (Florêncio; Melo, 2022; Onate-Paredes; Ozaki, 2025).

A taxa básica de juros (Selic) também apresenta coeficiente positivo e estatisticamente significativo para as despesas administrativas em ambas as modalidades produtivas. Esse resultado indica que variações nas condições monetárias estão associadas ao comportamento desse componente de custo, sugerindo que o ambiente de juros pode influenciar a estrutura de despesas indiretas da produção agrícola. A evidência reforça a interpretação de que custos administrativos tendem a responder às condições financeiras gerais da economia, sem que isso implique necessariamente em mecanismos específicos de transmissão.

O Produto Interno Bruto (PIB) apresentou coeficiente positivo e estatisticamente significativo apenas para o milho safrinha, indicando que períodos de maior nível de atividade econômica estão associados a variações nas despesas administrativas dessa modalidade produtiva. Esse resultado sugere que o comportamento desse custo pode acompanhar o dinamismo econômico de forma diferenciada entre safra e safrinha, refletindo particularidades estruturais do sistema produtivo, sem permitir inferências causais sobre os mecanismos subjacentes, corroborando com os aspectos contingenciais proposto pela teoria (Beuren; Fiorentin, 2014; Souza *et al.*, 2018; Sanches; Alves; Barros, 2023).

Por sua vez, o risco país não apresentou coeficientes estatisticamente significativos para as despesas administrativas, indicando que, para esse componente específico, não se observa uma associação consistente com variações no ambiente de incerteza macroeconômica.

Para as despesas de armazenagem, não foram identificados coeficientes estatisticamente significativos em nenhuma das modalidades produtivas, indicando baixa sensibilidade desse componente às variáveis econômicas consideradas no modelo. Esse resultado sugere que os custos de armazenagem podem estar menos associados às oscilações macroeconômicas de curto prazo e mais relacionados a características estruturais do sistema produtivo e do arranjo logístico, conforme discutido na literatura, embora tais fatores não tenham sido diretamente testados neste estudo (Mendes *et al.*, 2024).

No componente transporte externo, os modelos apresentam baixa capacidade explicativa, especialmente para o milho safra, indicando limitada associação desse custo com as variáveis econômicas consideradas. Para o milho safrinha, observa-se que a taxa de câmbio apresenta coeficiente positivo e estatisticamente significativo, sugerindo uma associação entre variações cambiais e o comportamento dos custos de transporte nessa modalidade produtiva. Esse resultado está alinhado a evidências da literatura que indicam maior sensibilidade dos custos logísticos às condições cambiais em contextos de maior exposição econômica (Oliveira; Brito, 2024).

Adicionalmente, a taxa de juros também apresenta coeficiente positivo e estatisticamente significativo para a safrinha, indicando que o ambiente monetário pode estar associado a ajustes nos custos de transporte externo nesse período. Em conjunto, esses resultados sugerem que os custos logísticos do milho safrinha tendem a responder de forma mais sensível às condições financeiras, quando comparados ao milho safra, sem que se possa inferir relações causais diretas ou mecanismos específicos de transmissão.

O PIB, a inflação e o risco país não apresentaram significância estatística relevante para explicar o comportamento desse componente, sugerindo o caráter operacional e possivelmente determinado por fatores regionais dos custos de transporte.

Os resultados para tratores e colheitadeiras indicam que esse componente de custo apresenta associação mais consistente com as variáveis econômicas consideradas. A taxa de câmbio apresenta coeficientes positivos e estatisticamente significativos tanto para o milho safra quanto para o milho safrinha, sugerindo que variações cambiais estão relacionadas ao comportamento dos custos de mecanização agrícola em ambas as modalidades produtivas. Esse resultado está em consonância com a literatura, que aponta que ambientes de maior volatilidade

cambial tendem a se refletir nos custos associados à mecanização da produção agrícola (Araújo, Caldarelli; Cortopasso, 2023).

Em complemento, Rodrigues e Mattos (2020) discutem o impacto da taxa de juros nos principais custos. Os resultados relacionados à taxa de juros (Selic) também exercem efeito positivo e significativo, para o milho safrinha, podendo refletir o encarecimento do financiamento de máquinas e equipamentos. Esse resultado é mais relevante para a safrinha e vai ao encontro com os achados de Rodrigues e Mattos (2020) que identificaram que os produtores frequentemente dependem de investimentos intensivos em mecanização para compensar restrições climáticas e de tempo. Convergendo ainda com a ideia de que a sensibilidade da safrinha à taxa de juros reforça a interpretação contingencial de que os sistemas produtivos submetidos a maiores restrições de tempo e risco climático exigem estruturas de capital flexível e estão financeiramente expostas (Cadez; Guilding, 2008).

No componente juros de financiamento, os resultados indicam uma associação consistente com as variáveis econômicas consideradas. Observa-se que a taxa básica de juros (Selic) apresenta coeficientes positivos e estatisticamente significativos tanto para o milho safrinha quanto para o milho safrinha, indicando que variações no ambiente monetário estão associadas ao comportamento dos custos financeiros da produção de milho. Esse resultado sugere que mudanças nas condições de financiamento tendem a se refletir nos custos associados ao uso de capital, sem que se possa inferir uma relação causal direta ou atribuir primazia a um único fator explicativo.

Além da taxa básica de juros, observa-se que a taxa de câmbio, a inflação (IPCA) e o risco país também apresentaram coeficientes estatisticamente significativos associados ao comportamento dos juros de financiamento, com evidência mais clara na modalidade do milho safrinha. Esses resultados sugerem que os custos financeiros da produção podem apresentar maior sensibilidade ao ambiente macroeconômico em sistemas produtivos mais expostos às condições econômicas e financeiras, confirmando ainda, uma premissa contingencial.

Essa evidência é compatível com a literatura que discute a interação entre variáveis monetárias, financeiras e institucionais e os custos da produção agrícola, indicando que mudanças no ambiente econômico tendem a se refletir nos custos de financiamento, sem que se possa estabelecer relações causais diretas ou mecanismos específicos de transmissão (Souza *et al.*, 2018; Rodríguez; Zumaquero, 2021; Perales; Martínez, 2022; Onate-Paredes; Ozaki, 2025).

Observa-se ainda o efeito negativo e estatisticamente significativo do risco país na safrinha (coef. -0,0034 e p-valor 0,0003), o que sugere conforme os resultados apresentados

por Henrique, Constantino e Silva (2023), nos quais os aumentos na percepção de risco podem restringir o acesso ao crédito ou alterar condições de financiamento, podendo afetar diretamente os custos financeiros dessa modalidade produtiva. Esse resultado sugere a maior exposição da safrinha às condições econômicas e financeiras.

4.2.5 Custos com depreciação

Os resultados estimados por meio de modelos de dados em painel indicam que os componentes adicionais de custo do milho, especialmente a depreciação em benfeitorias e instalações, a depreciação de implementos agrícolas, a depreciação de máquinas e a depreciação total, apresentam sensibilidade distinta às variáveis econômicas, tanto entre os tipos de custo quanto entre as modalidades produtivas safra e safrinha.

Tabela 8: Resultado da regressão dos custos com depreciação

Variável	Depreciação benfeitorias / instalações		Depreciação implementos agrícolas		Depreciação máquinas		Depreciação total	
	Safra	Safrinha	Safra	Safrinha	Safra	Safrinha	Safra	Safrinha
PIB								
Coef.	-0,0124	0,0044	0,0088	0,0100	-0,0070	0,0000	-0,0192	0,0145
Erro	0,0161	0,0284	0,0146	0,0193	0,0407	0,0258	0,0262	0,0446
valor-p	0,4558	0,8770	0,5582	0,6038	0,8665	0,9972	0,4768	0,7450
TAXA CÂMBIO								
Coef.	0,3649***	0,0300	0,2751***	0,4419***	0,4213**	0,5137***	1,0585***	0,9856***
Erro	0,0408	0,0720	0,0371	0,0489	0,1030	0,0652	0,0663	0,1130
valor-p	0,0000	0,6779	0,0000	0,0000	0,0013	0,0000	0,0000	0,0000
INFLAÇÃO (IPCA)								
Coef.	-0,0132	-0,0086	-0,0239	-0,0272	-0,0303	0,0215	-0,0388	-0,0573
Erro	0,0154	0,0272	0,0140	0,0185	0,0389	0,0247	0,0250	0,0427
valor-p	0,4058	0,7522	0,1117	0,1450	0,4497	0,3849	0,1457	0,1830
JUROS (SELIC)								
Coef.	0,0572***	0,0198	0,0494***	0,0798***	0,0709**	0,0865***	0,1639***	0,1861***
Erro	0,0079	0,0139	0,0072	0,0095	0,0199	0,0126	0,0128	0,0219
valor-p	0,0000	0,1590	0,0000	0,0000	0,0035	0,0000	0,0000	0,0000
RISCO PAÍS								
Coef.	-0,0037**	-0,0006	-0,0006	-0,0033**	-0,0009	0,0043*	-0,0081***	-0,0082**
Erro	0,0010	0,0018	0,0009	0,0012	0,0026	0,0017	0,0017	0,0029
valor-p	0,0037	0,7475	0,5511	0,0090	0,7245	0,0108	0,0003	0,0052
R²aj.	0,9071	0,0184	0,8564	0,6534	0,5573	0,5643	0,9669	0,6441

Fonte: Elaborado pelo autor.

Legenda: *** observa-se 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; erro 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.

Os resultados estimados para os componentes de depreciação indicam que os custos associados ao capital fixo na produção de milho apresentam maior sensibilidade às variáveis econômicas, sobretudo à taxa de câmbio, à taxa de juros (Selic) e, em menor grau, ao risco país, enquanto o PIB e a inflação (IPCA) não se mostraram estatisticamente significativos nas categorias analisadas. Esse padrão é consistente com a Teoria Contingencial, ao evidenciar que ativos de capital intensivo respondem prioritariamente a contingências financeiras e institucionais, e não necessariamente ao ciclo econômico agregado (Beuren; Fiorentin, 2014).

De modo geral, os resultados indicam que os modelos apresentam maior capacidade descritiva para alguns componentes dos custos de depreciação, especialmente aqueles associados ao capital fixo. Esse comportamento sugere que as variáveis econômicas consideradas estão associadas ao padrão de variação dos custos de depreciação no sistema produtivo do milho, com diferenças entre os tipos de ativos e entre as modalidades produtivas, sem que isso implique uma explicação exaustiva ou causal desses custos.

No componente de depreciação de benfeitorias e instalações, observa-se que a taxa de câmbio apresenta efeito positivo e estatisticamente significativo para o milho safra. Esse resultado indica uma associação positiva entre variações cambiais e o comportamento desse componente de custo, sugerindo que ambientes de maior volatilidade cambial tendem a se refletir nos custos relacionados às estruturas produtivas, sem que se possa inferir uma relação causal direta ou mecanismos específicos de transmissão.

Essa evidência está em consonância com os achados de Leal (2025), que identificou associação estatisticamente significativa entre a taxa de câmbio e os custos de depreciação de benfeitorias em sistemas produtivos agrícolas. O autor destaca que ativos vinculados à infraestrutura produtiva tendem a apresentar maior sensibilidade às oscilações do ambiente econômico, resultado também observado em estudos aplicados a diferentes culturas. Dessa forma, os achados deste estudo dialogam com a literatura ao indicar que os custos de capital fixo podem responder às condições cambiais de maneira diferenciada, a depender da estrutura produtiva analisada. A convergência entre os resultados empíricos e a literatura reforça a adequação da Teoria Contingencial com o arcabouço interpretativo para explicar a sensibilidade dos custos de capital fixo às condições econômicas (França *et al.*, 2023).

A taxa de juros (Selic) apresenta coeficiente positivo e estatisticamente significativo para o milho safra ($p < 0,001$), indicando uma associação entre as condições monetárias e o comportamento dos custos de depreciação nesse sistema produtivo. Esse resultado sugere que

variações no custo do capital podem estar relacionadas aos custos associados ao uso de ativos fixos, sem que se possa inferir mecanismos específicos ou relações causais diretas.

O risco país, por sua vez, apresenta coeficiente negativo e estatisticamente significativo para o milho safra ($p < 0,05$), indicando que variações no ambiente de incerteza macroeconômica estão associadas ao comportamento dos custos de depreciação, possivelmente refletindo ajustes no ritmo ou na composição do capital imobilizado, ainda que tais mecanismos não tenham sido diretamente avaliados neste estudo.

Esse resultado sugere que variações na percepção de risco macroeconômico estão associadas ao comportamento dos custos de depreciação de benfeitorias no milho safra, indicando que esse componente de custo pode responder de forma sensível a ambientes de maior incerteza econômica, sem que se possa inferir mecanismos específicos de ajuste.

Esse achado é consistente com Leal (2025), que também identificou coeficiente negativo e estatisticamente significativo para os custos de depreciação em sistemas produtivos agrícolas. A comparação entre os estudos indica que, embora os sinais dos coeficientes possam variar entre culturas e modalidades produtivas, a sensibilidade dos custos de capital fixo às condições de risco econômico constitui um elemento comum, refletindo diferenças estruturais entre os sistemas analisados. No caso do milho, observa-se que essa associação se manifesta de forma distinta entre safra e safrinha, reforçando a heterogeneidade produtiva evidenciada ao longo do estudo.

Os resultados para a depreciação de implementos agrícolas indicam que esse componente de custo apresenta associação estatisticamente significativa com a taxa de câmbio e com a taxa de juros, tanto no milho safra quanto no milho safrinha. Em particular, a taxa de câmbio apresenta coeficientes positivos e estatisticamente significativos em ambas as modalidades produtivas, sugerindo que variações cambiais estão relacionadas ao comportamento dos custos de depreciação dos implementos agrícolas, sem que se possa inferir relações causais diretas ou mecanismos específicos de transmissão.

Essa evidência dialoga com os achados de Perales e Martínez (2022), que analisaram a relação entre variações cambiais e custos agrícolas em contextos internacionais e destacam que sistemas produtivos com maior exposição ao ambiente externo tendem a apresentar maior sensibilidade dos custos associados ao capital fixo às oscilações econômicas. Nesse sentido, os resultados deste estudo reforçam a interpretação de que a depreciação de implementos agrícolas pode responder às condições cambiais de forma diferenciada, a depender da estrutura produtiva considerada. Sob a abordagem contingencial, implementos agrícolas apresentam ativos

altamente dependentes de condições externas, tornando a depreciação sensível a variáveis financeiras e cambiais (Espejo; Frezatti, 2008; França *et al.*, 2023).

A taxa de juros (Selic) apresenta coeficiente positivo e estatisticamente significativo, indicando uma associação entre as condições monetárias e o comportamento dos custos de depreciação dos implementos agrícolas. Esse resultado sugere que variações no custo do capital estão relacionadas à dinâmica desse componente de custo, sem que se possa inferir relações causais diretas ou mecanismos específicos de transmissão.

O risco país, por sua vez, apresenta coeficiente negativo e estatisticamente significativo apenas para o milho safrinha, indicando que variações no ambiente de incerteza macroeconômica estão associadas ao comportamento dos custos de depreciação nessa modalidade. Esse achado dialoga com Perales e Martínez (2022), que discutem como condições econômicas e institucionais mais incertas podem se refletir nas decisões relacionadas ao uso e à composição do capital fixo na produção agrícola, ainda que os mecanismos específicos não sejam diretamente observáveis neste estudo.

No caso da depreciação de máquinas, observa-se novamente, relação estatisticamente significativa para a taxa de câmbio e para a taxa de juros como principais determinantes. Para a taxa de câmbio, os resultados indicam coeficiente de 0,4213 e p-valor 0,0013, para milho safra, e coeficiente de 0,5137 e p-valor 0,0000, para milho safrinha. Para a taxa de juros, os resultados apontam coeficiente de 0,0709 e p-valor 0,0035, para milho safra, e coeficiente de 0,0865 e p-valor 0,0000. Esses resultados indicam que variações cambiais e financeiras elevam substancialmente o custo de uso do maquinário agrícola.

Esse resultado é particularmente relevante no contexto brasileiro, em que a mecanização agrícola depende fortemente de máquinas importadas ou com elevado conteúdo tecnológico externo. Esse comportamento pode ser explicado por Schultz e Brandt (2008), que evidenciam a influência dos custos fixos na composição dos custos agrícolas, especialmente para o milho safrinha, em que a forma de mecanização e a definição das escalas de produção afetam significativamente a alocação dos recursos. A dependência da tecnologia externa reforça a natureza contingencial da mecanização, cuja estrutura de custos se ajusta às condições macroeconômicas vigentes (França *et al.*, 2023)

A ausência de significância do PIB e da inflação reforça a ideia de que a depreciação de máquinas responde mais diretamente às condições financeiras e cambiais do que ao ciclo econômico agregado. O risco país apresenta significância estatística apenas na safrinha, com coeficiente positivo de 0,0043 e p-valor 0,0108, indicando maior sensibilidade dessa modalidade produtiva às condições de instabilidade macroeconômica. Diferentemente de Leal

(2025), que encontrou resultados significativos para os dois modelos produtivos de soja com coeficientes estatísticos negativos, sugerindo que a percepção de risco econômico está relacionada ao encarecimento da disponibilização de crédito para o maquinário agrícola.

A análise da depreciação total consolida os resultados observados nos componentes individuais. A taxa de câmbio apresenta coeficientes elevados, positivos e altamente significativos tanto para a safra quanto para a safrinha, confirmando seu papel central na formação dos custos de capital fixo da produção de milho. A taxa de juros (Selic) também exerce impacto positivo e significativo em ambas as modalidades, refletindo o encarecimento do capital imobilizado em um ambiente de juros elevados.

O risco país apresenta efeito negativo e estatisticamente significativo tanto na safra quanto na safrinha, indicando que aumentos na percepção de risco tendem a reduzir investimentos em ativos fixos, reduzindo o valor depreciado do estoque de capital. O PIB e a inflação, novamente, não se mostraram estatisticamente significativos, sugerindo que os custos de depreciação são pouco sensíveis ao nível de atividade econômica e à variação geral de preços no curto prazo, sugerindo maior rigidez dos ativos fixos no curto prazo.

Os resultados reforçam a conclusão de que os custos de depreciação constituem um canal relevante de transmissão das condições econômicas para o custo total de produção do milho, complementando os resultados observados para os demais componentes de custo e aprofundando a compreensão das diferenças estruturais entre milho safra e milho safrinha no Brasil. Sob o olhar da Teoria Contingencial, a depreciação emerge como um mecanismo central de ajuste entre o ambiente econômico e a estrutura produtiva, aprofundando a compreensão das diferenças estruturais entre o milho safra e o milho safrinha.

4.3 Síntese dos resultados

Os resultados obtidos pelas regressões em dados em painel evidenciam que os custos e preços do milho no Brasil são condicionados por variáveis econômicas, com impactos distintos entre o milho safra e o milho safrinha. A taxa de câmbio, a taxa de juros, a inflação e o risco país configuram canais relevantes de transmissão dos choques econômicos para a estrutura produtiva do setor, sendo a safrinha a modalidade mais sensível às oscilações do ambiente econômico, fato que pode ser atribuído a maior integração ao mercado internacional, elevada dependência de crédito e estrutura produtiva mais intensa em capital e tecnologia. Essas características ampliam a exposição do milho safrinha às oscilações cambiais, monetárias e ao ambiente de risco econômico.

O Quadro 7 a seguir, sintetiza a interpretação das associações observadas das variáveis econômicas frente às variáveis de custos, relacionando as evidências empíricas, o significado econômico e a contribuição teórica da literatura.

Quadro 7 – Síntese interpretativa dos efeitos das variáveis econômicas sobre o custo do milho safra e safrinha

Variável econômica	Componentes de custos sensíveis	Resultados do modelo	Significado econômico dos coeficientes significativos	Literatura abordada
PIB	Assistência técnica; Fertilizantes; CESSR.	Coeficientes positivos e significativos, sobretudo na safrinha	Indica que períodos de maior atividade econômica estão associados à intensificação produtiva e ao maior uso de tecnologia, refletindo aumento da demanda por serviços técnicos e insumos estratégicos. O efeito ocorre de forma indireta, via expansão da produção e do faturamento.	Giné e Yang (2009); Neumann <i>et al.</i> (2024); Rodrigues e Mattos (2020)
Taxa de câmbio	Insumos agrícolas; Mecanização; Depreciação; Custos administrativos; CESSR.	Coeficientes positivos e altamente significativos em praticamente todos os modelos	A depreciação cambial está associada ao encarecimento de insumos, máquinas, peças, tecnologias e serviços com conteúdo importado. O câmbio atua como principal canal de transmissão de choques externos para a estrutura de custos do milho, com maior intensidade na safrinha.	Rodrigues; Mattos, (2020); Perales e Martínez, (2022); Araújo <i>et al.</i> (2023); Florêncio e Melo (2022)
Inflação (IPCA)	Fertilizantes (safrinha); Juros de financiamento (safrinha).	Coeficientes predominantemente negativos e, em geral, pouco significativos	Os sinais negativos sugerem defasagens no repasse inflacionário, renegociação contratual ou compressão de margens no curto prazo. A inflação parece exercer efeito indireto e menos persistente sobre os custos agrícolas quando comparada ao câmbio e aos juros.	Rodríguez e Zumaquero (2021); Abdala e Moreira (2018); Florêncio e Melo (2022)
Taxa de juros (SELIC)	Insumos; Assistência técnica; Mecanização; Juros de financiamento; Depreciação.	Coeficientes positivos e estatisticamente significativos em ambos os sistemas produtivos	O aumento da taxa de juros eleva o custo do crédito, do capital de giro e do financiamento de ativos, impactando diretamente os custos financeiros e de capital fixo. O efeito é mais intenso na safrinha, indicando maior dependência de financiamento e maior exposição financeira.	Onate-Paredes e Ozaki (2025); Souza <i>et al.</i> (2018); Rodrigues e Mattos (2020)
Risco país	CESSR; Fertilizantes (safrinha); Depreciação total; Juros de financiamento (safrinha).	Coeficientes significativos sobretudo na safrinha	A elevação do risco país está associada à incorporação de prêmios de risco nos custos e à postergação de investimentos em capital fixo. Na safrinha, indica maior vulnerabilidade financeira e institucional, afetando custos previdenciários e financeiros.	Tonin e Fragoso (2020); Henrique, Constantino e Silva (2023); Abaidoo e Agyapong (2021)

Fonte: Elaborado pelo autor.

No que se refere ao custo total, ambas as modalidades apresentaram maior dependência do câmbio e da taxa de juros, com coeficientes positivos e estatisticamente significativos. A depreciação cambial eleva os custos por meio do encarecimento de fertilizantes, defensivos e máquinas importadas, resultado alinhado às evidências de Perales e Martínez (2022) e Souza *et al.* (2018). A taxa de juros, está associada ao aumento do custo financeiro da produção, refletindo a forte dependência do crédito rural, conforme discutido por Onate-Paredes e Ozaki (2025).

A inflação apresentou efeito negativo sobre os custos, sugerindo defasagens no repasse inflacionário ou mecanismos de ajuste produtivo, fenômeno também observado na literatura recente. O câmbio afeta o custo total do milho ao encarecer insumos, máquinas, fertilizantes e defensivos com conteúdo importado quando ocorre desvalorização da moeda, elevando diretamente os custos de produção. Já os juros impactam o custo total ao aumentar o custo do crédito rural e do capital de giro, encarecendo o financiamento de insumos, máquinas e operações ao longo do ciclo produtivo.

Entretanto, a diferenciação entre as modalidades fica evidente quando se analisa a formação de preços. O modelo de preço do milho safrinha apresentou elevado poder explicativo, indicando que sua dinâmica está significativamente associada às variáveis econômicas. O PIB, a taxa de câmbio, a inflação e o risco país mostraram-se estatisticamente significativos para a safrinha, reforçando sua maior integração com o mercado internacional e sua exposição a choques de demanda e instabilidade financeira, conforme argumentado por Mattos e Silveira (2018) e Rodrigues e Mattos (2020). O milho safra, por sua vez, apresentou menor sensibilidade econômica no modelo de preços, sugerindo maior rigidez estrutural e influência de fatores internos de oferta.

A análise dos insumos agrícolas confirma os fertilizantes como o principal canal de transmissão dos choques econômicos para os custos. Os fertilizantes apresentaram forte associação com o PIB, o câmbio e a taxa de juros em ambas as modalidades, com maior intensidade na safrinha. O comportamento pró-cíclico dos fertilizantes, destacado por Neumann *et al.* (2024), evidencia que períodos de expansão econômica elevam a demanda por tecnologia e pressionam os custos produtivos. Sementes e agrotóxicos também demonstraram elevada sensibilidade cambial, reforçando a dependência do setor de insumos importados.

Nos custos operacionais e financeiros, a taxa de juros mostrou-se como o principal determinante, especialmente nos componentes ligados a financiamento e mecanização. O milho safrinha apresentou maior sensibilidade nos custos com transporte, mecanização e juros de financiamento, indicando maior dependência de capital de giro e logística, o que ampliam sua

vulnerabilidade econômica. O risco país apresentou efeitos mais evidentes na safrinha, refletindo incorporação de prêmios de risco e restrições financeiras em períodos de instabilidade, em consonância com Henrique, Constantino e Silva (2023).

Os resultados para os custos com pessoal indicam maior rigidez da mão de obra e das despesas administrativas, com menor sensibilidade às variáveis econômicas. Em contraste, assistência técnica e CESSR apresentaram forte associação com o ambiente econômico, sobretudo na safrinha, indicando que sistemas produtivos mais intensivos em tecnologia tendem a responder mais rapidamente aos ciclos econômicos, conforme apontado por Giné e Yang (2009).

A comparação entre as duas modalidades produtivas revela que o milho safrinha apresenta maior vulnerabilidade estrutural às condições econômicas. O maior número de coeficientes significativos, o maior poder explicativo dos modelos e a intensidade dos impactos econômicos indicam que a safrinha opera em um ambiente mais integrado aos mercados financeiro e internacional. Por outro lado, o milho safra demonstra comportamento relativamente estável, com custos mais impactados por variáveis monetárias, porém com preços menos sensíveis ao ciclo econômico.

Esses achados reforçam a relevância analítica de tratar safra e safrinha como sistemas produtivos economicamente distintos. A análise conjunta das duas modalidades evidencia que o milho brasileiro não responde de forma homogênea aos choques econômicos. Enquanto a safra apresenta estrutura mais resiliente, a safrinha configura-se como um segmento mais exposto ao ambiente financeiro e institucional, exigindo políticas públicas específicas de estabilidade cambial, crédito rural e mitigação de risco, conforme sustentado pela literatura.

Assim, a síntese dos resultados indica que a taxa de câmbio e a taxa de juros são os principais determinantes dos custos agrícolas, enquanto PIB e risco país exercem influência predominante na formação de preços da safrinha. A compreensão dessas diferenças é relevante para estratégias de gestão, planejamento produtivo e formulação de políticas voltadas ao agronegócio, reforçando a necessidade de analisar separadamente os dois momentos produtivos do milho.

4.4 Análise dos resultados sob a ótica da Teoria Contingencial

A Teoria Contingencial parte do pressuposto de que não existe uma estrutura única e universalmente eficiente de organização, gestão ou tomada de decisão, sendo o desempenho das organizações condicionado ao ambiente no qual estão inseridas (Lawrence; Lorsch, 1967;

Donaldson, 2001). Nesse sentido, os fatores externos, como as variáveis econômicas, institucionais e de mercado, atuam como elementos contingenciais que moldam estratégias produtivas, estruturas de custos e mecanismos de adaptação organizacional.

Os resultados apresentados neste estudo corroboram para os pressupostos da Teoria Contingencial, ao evidenciar que, os custos do milho no Brasil respondem de maneira diferenciada às condições econômicas apresentadas, especialmente quando comparadas as modalidades do milho safra e safrinha. A maior sensibilidade da safrinha às variações econômicas, notadamente às variáveis taxa de câmbio, inflação, risco país e PIB, revela que essa modalidade produtiva opera sob um ambiente contingencial instável e complexo, exigindo maior capacidade adaptativa dos produtores rurais.

A taxa de câmbio, identificada como a variável de maior robustez empírica nos modelos estimados, atua como um fator contingencial crítico, influenciando os custos de insumos importados e a formação de preços via competitividade externa. Sob a ótica contingencial, esse resultado indica que a estrutura de custos do milho é fortemente dependente de fatores externos ao controle do produtor, reforçando a necessidade de estratégias de gestão flexíveis, como o hedge cambial, diversificação de fornecedores e planejamento financeiro adaptativo ao ambiente instável. Estudos recentes no agronegócio corroboram com essa interpretação ao demonstrarem que a exposição ao câmbio redefine decisões de investimentos e eficiência produtiva em culturas agrícolas voltadas ao mercado internacional (Rodrigues; Mattos, 2020; Perales; Martínez, 2022; Onate-Paredes; Ozaki, 2025).

A inflação apresentou efeitos negativos sobre os custos e, em alguns casos, sobre os preços, comportamento que, pode ser interpretado como resultado de ajustes dos agentes econômicos, como renegociação contratual, ganhos de eficiência e políticas públicas de mitigação de custos. Essa resposta adaptativa reforça a noção de que as organizações não apenas reagem passivamente ao ambiente, mas ajustam seus processos internos diante de pressões externas, conforme apresentado por Cicolin e Oliveira (2016) e Souza *et al.* (2018).

O risco país, por sua vez, mostrou-se estatisticamente relevante sobretudo para o milho safrinha, tanto na formação dos custos quanto na dos preços. Esse resultado reforça a perspectiva contingencial ao indicar que ambientes de maior incerteza institucional e financeira induzem ajustes defensivos, como a racionalização de insumos, postergação de investimentos e incorporação de prêmios de risco aos preços. Estudos comprovam que o setor agroexportador indica que o risco econômico influencia diretamente as decisões produtivas e estratégias de precificação, especialmente em culturas com forte inserção internacional, como ocorre no milho safrinha (Souza *et al.*, 2018; Florêncio; Melo, 2022).

Dessa forma, os resultados deste estudo sustentam que o milho safrinha opera sob um arranjo produtivo contingencialmente complexo, exigindo maior flexibilidade gerencial, financeira e tecnológica quando comparado ao milho safra. Essa evidência amplia e a aplicação da Teoria Contingencial ao contexto do agronegócio brasileiro, demonstrando que variáveis econômicas exercem um papel estratégico na configuração dos custos, preços e produção rural.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo teve como objetivo central analisar a relação das variáveis econômicas sobre os custos e preços do milho safra e do milho safrinha no Brasil, a partir da aplicação de modelos de dados em painel. Os resultados empíricos evidenciam que a dinâmica econômica da produção do milho é condicionada ao ambiente econômico, evidenciando a relevância de fatores externos na determinação da estrutura de custos e da formação dos preços.

Os resultados evidenciam que os custos de produção e os preços de venda do milho safra e do milho safrinha apresentam associações diferenciadas com as variáveis econômicas analisadas, confirmando a existência de heterogeneidade estrutural entre os dois sistemas produtivos. Ao demonstrar que variáveis como taxa de câmbio, taxa de juros e risco país exercem efeitos mais intensos sobre determinados componentes de custo, especialmente no milho safrinha, o estudo avança ao preencher uma lacuna identificada na literatura, que tradicionalmente analisa essas variáveis de forma isolada ou sem distinguir os ciclos produtivos. Dessa forma, a pesquisa contribui ao oferecer uma análise integrada e desagregada da estrutura de custos e da formação de preços, ampliando a compreensão empírica sobre as variáveis econômicas que condicionam o desempenho do milho no Brasil.

Os achados indicam que a taxa de câmbio e a taxa de juros configuram-se como os principais determinantes econômicos dos custos de produção, o que reflete a dependência significativa de insumos importados e de financiamento no sistema produtivo do milho. A inflação e o risco país também se mostraram relevantes, especialmente para o milho safrinha, reforçando maior vulnerabilidade dessa modalidade a choques econômicos e institucionais.

Quanto aos preços do milho, os resultados indicam para uma maior sensibilidade do milho safrinha às variáveis econômicas, em especial ao PIB, à taxa de câmbio, à inflação e ao risco país. Esse resultado indica que a safrinha apresenta maior integração com o mercado, maior exposição à demanda agregada e maior incorporação de prêmios de risco, em comparação ao milho safra. Embora os custos médios entre as modalidades sejam similares, a maior dispersão observada na safrinha sugere maior heterogeneidade produtiva, regional e financeira.

A análise descritiva e os modelos econométricos reforçam a adequação dos modelos com efeitos fixos, uma vez que a elevada heterogeneidade entre as unidades produtivas e ao longo do tempo requer o controle de características não observadas e invariantes. Essa abordagem estatística conferiu consistência relevante na identificação dos impactos econômicos sobre os custos e preços do milho.

À luz da Teoria Contingencial, os resultados indicam que não há uma estrutura produtiva única e universalmente eficiente, mas sim arranjos que se ajustam às condições econômicas, financeiras e institucionais. O milho safrinha exige maior capacidade adaptativa dos produtores, o que reforça a importância da gestão de riscos, do planejamento financeiro e da adoção de estratégias flexíveis frente à volatilidade macroeconômica.

Ainda sob a ótica da Teoria Contingencial, os resultados reforçam a premissa de que não existe uma estrutura produtiva ou gerencial universalmente eficiente, mas sim arranjos que se ajustam às condições do ambiente econômico. A maior sensibilidade do milho safrinha às variáveis monetárias, financeiras e cambiais sugerem que os produtores inseridos em contextos de maior exposição ao mercado internacional, restrições temporais de plantio e maior dependência de financiamento necessitam de estratégias adaptativas distintas daquelas observadas no milho safra. Assim, os resultados demonstram ainda que, a gestão de custos, o uso do capital e as decisões de comercialização do milho tendem ser condicionados pelo ambiente macroeconômico, confirmando a aderência do estudo aos pressupostos da Teoria Contingencial e ampliando sua aplicação no campo do agronegócio.

Sob a perspectiva prática, os resultados indicam que políticas públicas voltadas à estabilidade cambial, à previsibilidade de políticas monetárias e à redução do risco país mostram-se relevantes para mitigar a volatilidade dos custos e preços no mercado do milho. Para os produtores, os resultados sinalizam a relevância de estratégias de gestão financeira, diversificação de riscos e gestão do crédito rural.

Apesar das contribuições apresentadas, o estudo possui limitações. Primeiramente, a análise concentrou-se em variáveis macroeconômicas agregadas, não incorporando fatores microeconômicos específicos das propriedades, como nível tecnológico individual, estratégias de hedge, contratos de venda antecipada ou práticas específicas de gestão. Além disso, embora os modelos em painel permitam capturar heterogeneidades não observadas, os resultados refletem associações estatísticas condicionadas ao período analisado, não sendo possível estabelecer relações causais diretas. Por fim, a utilização de dados secundários oficiais pode ocultar particularidades regionais e operacionais que influenciam a estrutura de custos do milho.

O trabalho contribui de forma consistente para o avanço do conhecimento sobre o comportamento econômico do milho no Brasil, ao evidenciar que a interação entre variáveis macroeconômicas, estrutura produtiva e decisões gerenciais é fundamental para compreender a dinâmica dos custos e dos preços. Ao integrar evidências empíricas à luz da Teoria Contingencial, o estudo reforça a necessidade de abordagens flexíveis e adaptativas na gestão do agronegócio, especialmente em ambientes marcados por elevada volatilidade econômica.

Os resultados oferecem subsídios relevantes para produtores, gestores e formuladores de políticas públicas, ao mesmo tempo em que abrem espaço para pesquisas futuras que aprofundem a análise em nível microeconômico, regional ou setorial, fortalecendo a literatura sobre gestão de custos e competitividade no agronegócio brasileiro.

REFERÊNCIAS

- ABAIDOO, R.; AGYAPONG, E. Macroeconomic risk and political stability: perspectives from emerging and developing economies. **Global Business Review**, p. 09721509211047650, 2021.
- ABDALA, A.; MOREIRA, R. R. Identificando a persistência e os determinantes dos desvios inflacionários no Brasil. **Revista Economia Ensaios**, vol. 33, n. 1, p. 71-98, 2018. <http://dx.doi.org/10.14393/ree-v33n1a2018-37770>
- ADEBAYO, T. S. *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.
- ALVES, L. R. A.; SANCHES, A. L. R.; BARROS, G. S. C. A nova configuração no mercado de milho no Brasil e a dinâmica de formação de preços. **Agroalimentaria**, vol. 25, n. 49, p.65-105, 2019.
- ALMEIDA, F. M.S.; SPOLADOR, H. F. S. Determinantes da produtividade total dos fatores da lavoura de milho no Brasil: uma análise de fronteira estocástica para o período de 1995 a 2017. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 62, p. e287305, 2024. <http://dx.doi.org/10.1590/1806-9479.2023.287305>
- ARAÚJO, E.; CALDARELLI, C.; CORTAPASSO, J. Padrões da transmissão cambial para taxa de inflação no Brasil. **Nova Economia**, v. 33, p. 363-392, 2023.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DO MILHO – ABIMILHO. Estatística: Estatística do milho – consumo. 2025. Disponível em: <https://www.abimilho.com.br/estatisticas/consumo>. Acesso em: 10 abr. 2025.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DO MILHO – ABIMILHO. 2022. Disponível em: <http://www.abimilho.com.br/estatisticas>. Acesso em: 04 abr. 2025.
- BANCO CENTRAL DO BRASIL. O que é taxa de câmbio. Disponível em: <https://www.bcb.gov.br/meubc/faqs/p/o-que-e-taxa-de-cambio>. Acesso em: 04 abr. 2025.
- BANCO CENTRAL DO BRASIL. Taxa SELIC. Disponível em: <https://www.bcb.gov.br/controleinflacao/taxaSELIC>. Acesso em: 04 abr. 2025.
- BEUREN, I. M.; FIORENTIN, M. Influência de Fatores Contingenciais nos Atributos do Sistema de Contabilidade Gerencial: um estudo em empresas têxteis do Estado do Rio Grande do Sul. **Revista de Ciências da Administração**, vol. 16, n. 38, p. 195-212, 2014.
- BORGES JÚNIOR, D. R. **A relação de variáveis econômicas nos custos e preço do Café commodity nas principais cidades produtoras do Brasil**. 2024. 88 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Contábeis) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2024.
- BOUG, P.; CAPPELEN, A. Dynamics of Inflation in a Small Open Economy: A Bayesian

Dynamic Stochastic General Equilibrium Approach. **Journal of International Money and Finance**, v. 29, p. 911-930, 2010.

BRICKELL, B.; *et al.* Compounding crises of social reproduction: Microfinance, over-indebtedness and the COVID-19 pandemic. **World Development**, v. 136, p. 105087, 2020.

BURNS, T.; STALKER, G. M. **The Management of Innovation**. London: Tavistock, 1961.

CADEZ, S.; GUILDING, C. An exploratory investigation of an integrated contingency model of strategic management accounting. **Accounting, Organizations and Society**, v. 33, n. 7-8, p. 836-863, 2008. <https://doi.org/10.1016/j.aos.2008.01.003>

CALDARELLI, C. E.; BACCHI, M. R. 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>

CARDOSO, V. *et al.* **Agropecuária Brasileira: evolução, resiliência e oportunidades**. Volume 1, p. 158, 159 e 162. Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea), 2023.

CAVESSANA, L. V.; VIEIRA, F. V. 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.

COÊLHO, J. D. **Milho: produção e mercados**. Caderno Setorial ETENE, ano 6, n. 182, ago. 2021. Fortaleza: Escritório Técnico de Estudos Econômicos do Nordeste – ETENE, Banco do Nordeste. Disponível em: <https://www.bnb.gov.br/etene/caderno-setorial>. Acesso em: 10 abr. 2025.

CICOLIN, L. de O. M.; OLIVEIRA, A. L. R. de. Avaliação de desempenho do processo logístico de exportação do milho brasileiro: uma aplicação da análise envoltória de dados – DEA. **Journal of Transport Literature**, v. 10, p. 30-34, 2016. <https://doi.org/10.1590/2238-1031.jtl.v10n3a6>

CLARK, N. **Guia de Nutrição Desportiva-: Alimentação para uma Vida Ativa**. Artmed Editora, 2015.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento de Safra brasileira de grãos – safra 2024/2025**. 2025. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>. Acesso em: 09 abr. 2025.

CORACCINI, R. 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: 30 de outubro de 2024.

COVALESKI, M. 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>

DONALDSON, L. **Teoria da contingência estrutural**. In S. R. Clegg, C. Hardy; W. R. Nord (Orgs.), *Handbook de estudos organizacionais* (vol. 1, pp. 105-133). São Paulo: Atlas. 1999.

ESPEJO, M. M. S. Perfil dos atributos do sistema orçamentário sob a perspectiva contingencial: uma abordagem multivariada. **Tese de Doutorado**. São Paulo: Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, 2008.

ESPEJO, M. M. S. B.; FREZATTI, F. A contabilidade gerencial sob a perspectiva contingencial: a influência de fatores contingenciais no sistema orçamentário modelada por equações estruturais. 2008, **Anais**. Rio de Janeiro: ANPAD, 2008. Acesso em: 10 abr. 2025.

FAVRO, J.; CALDARELLI, C. E.; CAMARA, M. R. G. da. Modelo de análise da oferta de exportação de milho brasileira: 2001 a 2012. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 53, n. 3, p. 455-476, 2015. <https://doi.org/10.1590/1234-56781806-9479005303005>

FLORÊNCIO, M. C. F. L.; MELO, A. S. 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>

FRANÇA, J. *et al.* Adoção de artefatos da contabilidade gerencial por uma cooperativa de café: um estudo à luz da Teoria Contingencial. In: XVIII Congresso Internacional de Custos e XXX Congresso Brasileiro de Custos. **Anais [...]**. Natal, 2023.

FRISCHTAK, C.; BELLUZZO, L. Produção de commodities e desenvolvimento econômico: Uma introdução. **Produção de commodities e desenvolvimento econômico**, p. 9-20, 2014.

FREZATTI, F.; NASCIMENTO, A. R. do; JUNQUEIRA, Emanuel Rodrigues. **Controle gerencial**: uma abordagem da contabilidade gerencial no contexto econômico, comportamental e sociológico. São Paulo: Atlas, 2009.

FUGLIE, K. O.; WANG, S. L. New evidence points to robust but uneven productivity growth in global agriculture. **Amber Waves – The Economics of Food, Farming, Natural Resources and Rural America**, v. 10, n. 3, p. 1, 2012.

FURLANETO, F. P. B.; ESPERANCINI, M. S. T. Custo de produção e indicadores de rentabilidade da cultura do milho safrinha. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 40, n. 3, p. 297-303, 2010.

GARCIA, C. *et al.* The Relationship between Commodity Prices and Inflation: A Post-Keynesian Approach. **Journal of Post Keynesian Economics**, vol. 44, n. 2, p. 335-358, 2021.

GINÉ, X.; YANG, D. Insurance, credit, and technology adoption: Field experimental evidence from Malawi. **Journal of development Economics**, v. 89, n. 1, p. 1-11, 2009. <https://doi.org/10.1016/j.jdeveco.2008.09.007>

GUERREIRO, R.; PEREIRA, C. A.; REZENDE, A. J. Em busca do entendimento da formação dos hábitos e das rotinas da contabilidade gerencial: um estudo de caso. **RAM**.

Revista de Administração Mackenzie, v. 7, p. 78-101, 2020.

HENRIQUE, M. R.; CONSTANTINO, A. P.; SILVA, W. P. 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.

HU, H.; ISLAM, J. A review of literature on contingency theory in managerial accounting. **African Journal of Business Management**. v. 6, n. 15, p. 5159-5164, abr. 2012.

IBGE. Inflação. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/inflacao.php>. Acesso em: 30 de outubro de 2024.

JUNIOR, A. A. Z. Teoria da determinação da taxa de câmbio. **Revista Brasileira de Economia**, v. 40, n. 3, p. 257-284, 1986.

LAWRENCE, P. R.; LORSCH, J. W. **Organization and Environment: Managing Differentiation and Integration**. Homewood: Irwin, 1969.

LEAL, T. A. B. F. **Comportamento dos custos de produção e preços da soja OGM e convencional no Brasil em relação as variáveis econômicas**. 2025. 92 p. Dissertação (Mestrado em Controladoria) – Uninversidade Federal de Uberlândia, 2025.

LEAL, T. A. B.; DUARTE, S. L. 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.

MATTOS, F. L.; SILVEIRA, R. L. F. The expansion of the Brazilian winter corn crop and its impact on price transmission. **International Journal of Financial Studies**, v. 6, n. 2, p. 45, 2018.

MENDES, A. T. *et al.* A Evolução do Transporte Hidroviário de Soja e Milho no Arco Norte e Sua Importância para o Desenvolvimento do Pará. **Revista do Encontro de Gestão e Tecnologia**, v. 1, n. 06, p. 132-140, 2024.

MORAES, B. M. M.; BENDER FILHO, R.; CORONEL, D. A. A influência da taxa de câmbio nas exportações brasileiras de carne bovina in natura. **Perspectivas Contemporâneas**, v. 11, n. 3, p. 01-18, 2016.

MORGAN, G. **Imagens da Organizacao**. Sao Paulo: Editora Atlas, 1996.

NASCIMENTO, A. D. L. *et al.* A evolução genética do gênero sorghum e a importância do cereal para a economia mundial e a promoção da segurança alimentar a nível global: uma revisão integrativa. **Revista de Gestão e Secretariado**, v. 15, n. 2, p. e3552-e3552, 2024.

NEUMANN, M. *et al.* Effects on yield and nutritional value of corn silage from corn treated with foliar fungicide and microbial inoculant on ensiling. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 76, n. 5, p. e13213, 2024. <https://doi.org/10.1590/1678-4162-13213>

NUINTIN, A. A.; CALEGARIO, C. L. L. Análise do efeito da utilização de nova tecnologia e

das especificidades do agronegócio no custo da mão de obra da fase de colheita do café. **Custos e @gronegócio**, v. 10, n. 1, p. 55, jan-mar, 2014.

OLIVEIRA, M. S.; BRITO, J. R. S. Eficiência do transporte ferroviário de carga brasileiro em perspectiva internacional: uma análise comparativa. **Revista Brasileira de Planejamento e Desenvolvimento**, v. 13, n. 3, p. 668-689, 2024.

OLIVEIRA, T. A. S; DE OLIVEIRA NETO, O. J.; SILVA, E. A. Influência de variáveis socioeconômicas na produção brasileira de grãos. **Desafio Online**, v. 6, n. 3, 2018.

ONATE-PAREDES, C.; OZAKI, V. A. Impact of a crop insurance mechanism on credit obtained by smallholders: evidence from “Proagro Mais” in Paraná. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 63, p. e266252, 2025. <https://doi.org/10.1590/1806-9479.2025.266252>

OTLEY, D. The contingency theory of management accounting and control: 1980–2014. **Management accounting research**, v. 31, p. 45-62, 2016.

PERALES, G. B.; MARTÍNEZ, F. V. 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/ETYP/AM/NE/562022/Benavides>

RODRIGUES, A. C.; MATTOS, L. B. de. A relação entre a política monetária e preço real de commodities produzidas pelo Brasil. In: 58º Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural (SOBER), 2020, Foz do Iguaçu-PR. **Anais...Foz do Iguaçu (PR) UNIOESTE**, 2020. Disponível em: <https://even3.blob.core.windows.net/anais/253224.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2025.

RODRÍGUEZ, R. J.; ZUMAQUERO, A. M. Commodity price pass-through along the pricing chain. **Review of World Economics**, vol. 158, n. 1, p. 109-125, 2021. <http://dx.doi.org/10.1007/s10290-021-00425-2>

SANCHES, A. L. R., *et al.* Os impactos dos preços do milho ao longo das cadeias consumidoras. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, vol. 62, n. 3, 2024. <https://doi.org/10.1590/1806-9479.2023.274483>

SANCHES, A. L. R.; ALVES, L. R. A.; BARROS, G. S. C. Oferta e demanda mensal de milho no Brasil: impactos da segunda safra. **Revista de Política Agrícola**, vol. 27, n. 4, p. 73- 97, 2018. Recuperado em 26 de dezembro de 2023, de <https://seer.sede.embrapa.br/index.php/RPA/article/view/1467/pdf>

SCHULTZ, M. L.; BRANDT, E.; BRANDT, E. A. 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 @gronegócio on line**, v. 96835, p. 640, 2008.

SESSO FILHO, U. A. *et al.* Produto Interno Bruto e pegada hídrica do agronegócio: comparativo entre países. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 62, n. 4, p. e274229, 2024.

SILVA, H. J. T. *et al.* Aspectos técnicos e econômicos da produção de etanol de milho no Brasil. **Revista de Política Agrícola**, vol. 29, n. 4, p. 142-159, 2020.

SOLOGUREN, L. Demanda mundial cresce e Brasil tem espaço para expandir produção. **Visão agrícola**, v. 13, n. 1, p. 8-13, 2015.

SOUZA, A. E. *et al.* Estudo da produção do milho no Brasil: regiões produtoras, exportação e perspectivas. **South American Development Society Journal**, v. 4, n. 11, p. 182-182, 2018.

SOUZA, D. K. F.; SILVEIRA, R. L. F.; BALLINI, R. Efeito da expansão da safra de inverno de milho no Brasil sobre a sazonalidade dos preços spot. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, vol. 61, n. 4, 2023. <http://dx.doi.org/10.1590/1806-9479.2022.262824>

SUMMA, R. F.; MACRINI, L. **Os determinantes da inflação brasileira recente: estimações utilizando redes neurais**. Nova Economia, v. 24, p. 279-296, 2014.

TANG, K.; XIONG, W. Index investment and financialization of commodities. **Financial Analysts Journal**, vol. 68, n. 6, p. 54-74, 2012.

THOMPSON, J. D. **Organizations in Action: Social Science Bases of Administrative Theory**. New York: McGraw-Hill, 1967.

TONIN, J. M.; FRAGOSO, R. M. S. Understanding risk dissemination: an overview in soybean and corn markets. **Revista de Economia e Agronegócio – REA**, vol. 18, n. 1, pag. 2, 2020.

USDA. **Corn and Other Feed Grains**. Washington, D.C., ago., 2025. Disponível em: <https://www.ers.usda.gov/topics/crops/corn-and-other-feed-grains>. Acesso em: 10 abr. 2025.

VIANA, M. B.; TAVARES, W. M.; LIMA, P. C. R. Sustentabilidade e as principais fontes de energia. **Políticas setoriais e meio ambiente**, p. 132, 2015.

VIEIRA NUNES, R.; NICOLETTO COMPAGNORE, R.; WILLRICH SALES, G. A. Relação entre as variáveis Risco País, Índice Bovespa e Taxa de Câmbio no Mercado Brasileiro. **Práticas em Contabilidade e Gestão**, v. 8, n. 2, 2020. Disponível em: <https://editorarevistas.mackenzie.br/index.php/pcg/article/view/13370>. Acesso em: 04 abr. 2025.

VILAR, D. **Estudo da produção de milho no Brasil: regiões produtoras, exportação e perspectivas**. Portal Agriconline, ago. 2022. Disponível em: <https://agronline.com.br/portal/artigo/abate-humanitario-de-bovinos-manejo-pre-abate-2/>. Acesso em: 10 abr. 2025.

WOODWARD, J. **Industrial Organization: Theory and Practice**. London: Oxford University Press, 1965.

XING, K.; LI, S.; YANG, X. Impact of the political risk on food reserve ratio: evidence across countries. **Journal of Systems Science and Complexity**, v. 37, n. 5, p. 2071-2103, 2024.