

UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO

ARTUR COSTA PASA

**ESTRATÉGIAS DE COMERCIALIZAÇÃO DE GRÃOS: UM ESTUDO DA
UTILIZAÇÃO DE PROJEÇÕES DOS PREÇOS DE *COMMODITIES* AGRÍCOLAS
PELO MÉTODO ARIMAX E DE INDICADORES DE DESEMPENHO FINANCEIRO
DA PROPRIEDADE RURAL**

CAXIAS DO SUL

2025

ARTUR COSTA PASA

**ESTRATÉGIAS DE COMERCIALIZAÇÃO DE GRÃOS: UM ESTUDO DA
UTILIZAÇÃO DE PROJEÇÕES DOS PREÇOS DE *COMMODITIES* AGRÍCOLAS
PELO MÉTODO ARIMAX E DE INDICADORES DE DESEMPENHO FINANCEIRO
DA PROPRIEDADE RURAL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Administração da Universidade de Caxias do Sul, como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre em Administração.

Orientador Prof. Dr. Carlos Alberto Costa

CAXIAS DO SUL

2025

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Universidade de Caxias do Sul
Sistema de Bibliotecas UCS - Processamento Técnico

P277e Pasa, Artur Costa

Estratégias de comercialização de grãos [recurso eletrônico] : um estudo da utilização de projeções dos preços de *commodities* agrícolas pelo método ARIMAX e de indicadores de desempenho financeiro da propriedade rural / Artur Costa Pasa. – 2025.

Dados eletrônicos.

Dissertação (Mestrado) - Universidade de Caxias do Sul, Programa de Pós-Graduação em Administração, 2025.

Orientação: Carlos Alberto Costa.

Modo de acesso: World Wide Web

Disponível em: <https://repositorio.ucs.br>

1. Agroindústria. 2. Grãos - Comercialização. 3. Bolsa de mercadorias. 4. Produtos agrícolas - Comercialização. 5. Modelo auto-regressivo integrado de médias móveis. 6. Investimentos. I. Costa, Carlos Alberto, orient. II. Título.

CDU 2. ed.: 631.145

Catalogação na fonte elaborada pela(o) bibliotecária(o)
Márcia Servi Gonçalves - CRB 10/1500

ARTUR COSTA PASA

**ESTRATÉGIAS DE COMERCIALIZAÇÃO DE GRÃOS: UM ESTUDO DA
UTILIZAÇÃO DE PROJEÇÕES DOS PREÇOS DE *COMMODITIES* AGRÍCOLAS
PELO MÉTODO ARIMAX E DE INDICADORES DE DESEMPENHO FINANCEIRO
DA PROPRIEDADE RURAL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Administração da Universidade de Caxias do Sul, como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre em Administração.

Aprovado em 26 de setembro de 2025.

Banca Examinadora

Prof. Dr. Carlos Alberto Costa
Universidade de Caxias do Sul – UCS

Profa. Dra. Cíntia Paese Giacomello
Universidade de Caxias do Sul – UCS

Profa. Dra. Marlei Salete Mecca
Universidade de Caxias do Sul – UCS

Profa. Dra. Alice Munz Fernandes
Universidade Federal do Pampa – Unipampa

Dedico esta dissertação a Deus, por me guiar em cada passo.

À minha família, pelo suporte incondicional.

À Universidade de Caxias do Sul, pela oportunidade de aprendizado.

E a mim, pela dedicação e persistência ao longo desta jornada.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pelas oportunidades concedidas ao longo de toda minha jornada acadêmica, profissional e pessoal.

À minha família por todo apoio, dedicação e incentivo, que sempre foram alicerces no caminho dos meus sonhos e objetivos.

À Universidade de Caxias do Sul expresso minha gratidão por oferecer um ambiente de forte aprendizado, dinâmico e desafiador. Agradeço aos professores que contribuíram para minha formação acadêmica e crítica, fazendo parte da construção deste trabalho.

Aos colegas e amigos agradeço pela troca de experiências e de ideias durante esse período de estudo e amadurecimento.

Lembro, ainda, todas as pessoas que, de alguma forma, contribuíram direta ou indiretamente, seja com palavras, incentivos, sugestões ou exemplos.

Por fim, agradeço a mim mesmo, pelo esforço, disciplina e perseverança. A construção desta dissertação é fruto de muito trabalho em direção a um conhecimento teórico e prático maior.

Meu sincero obrigado a todos!

*“O segredo do sucesso não é prever o futuro,
mas criar uma organização que prosperará
em um futuro que não pode ser previsto”*

Michael Hammer

RESUMO

A produção agropecuária é uma atividade econômica essencial a nível mundial, sendo o Brasil um importante exportador de *commodities*, em especial grãos in natura. Neste cenário, encontra-se um mercado altamente dinâmico e complexo, envolvendo fundamentos de precificação das *commodities* agrícolas e as condições financeiras específicas das propriedades rurais, elementos relevantes na comercialização e na tomada de decisão estratégica. Portanto, objetiva-se neste trabalho utilizar de projeções de preços futuros das *commodities* pelo método ARIMAX e dos indicadores financeiros de uma propriedade rural para apoiar a formulação de estratégias de comercialização dos grãos, especificamente soja, milho e trigo. Para isso, por meio de pesquisa aplicada, quantitativa e explicativa, este estudo aplicou o método ARIMAX para previsões de preços futuros de soja, milho e trigo com base na Bolsa de Chicago e no câmbio, bem como utilizou do fluxo de caixa e dos custos de produção de uma propriedade real, empregada como cenário de estudo, para determinação dos melhores momentos de venda. A aplicação do método ARIMAX para as séries temporais de cotações da Bolsa de Chicago e do dólar apresentou resultados estatísticos relevantes para o período de 01 de junho de 2024 a 31 de maio de 2025, estimando os preços da soja, milho e trigo para o produtor rural com R^2 variando de 0,9092 a 0,9595 e erros percentuais absolutos de 4,67% a 9,66%, demonstrando sua aplicabilidade para a previsão futura de cotações de *commodities* agrícolas. Com relação à formulação de estratégias de comercialização, relacionou-se as cotações projetadas dos grãos com as necessidades de fluxo de caixa e os custos de produção e de capital da propriedade estudada, definindo a necessidade de realização de vendas no curto, médio e longo prazo. Os resultados evidenciam a diferença de liquidez entre soja, milho e trigo para honrar compromissos no curto prazo e a ocorrência de margens positivas para as culturas no médio prazo, embora sejam gradativamente reduzidas ao considerar o alto custo financeiro do dinheiro, representado pela taxa de juros de 12% ao ano do Plano Safra de 2024/25. Logo, numa análise financeira estruturada de longo prazo, indica-se a importância de planejar antecipadamente as vendas da propriedade rural, proporcionando a geração de capital de giro no fluxo de caixa e assegurando maiores margens de lucro individual dos grãos e global do negócio. Por fim, para aperfeiçoar o modelo proposto aponta-se a possibilidade de inclusão de novas variáveis para previsibilidade de preços e a realização de análises periódicas das cotações e dos planos de vendas para ajuste e melhoria contínua das estratégias de comercialização.

Palavras-chave: Agronegócio. Comercialização de grãos. Mercado de *commodities*. Indicadores financeiros. ARIMAX. Estratégias de comercialização.

ABSTRACT

Agricultural production is an essential economic activity worldwide, with Brazil being an important exporter of commodities, especially raw grains. This highly dynamic and complex market encompasses the fundamentals of agricultural commodity pricing and the specific financial conditions of rural properties, which are key factors in marketing and strategic decision-making. Therefore, this study aims to use future commodity price projections using the ARIMAX method and the financial indicators of a rural property to support the formulation of grain marketing strategies, specifically soybeans, corn, and wheat. To this end, through applied, quantitative and explanatory research, this study applied the ARIMAX method to forecast future prices of soybeans, corn and wheat based on the Chicago Stock Exchange and exchange rates, as well as using cash flow and production costs of a real property, used as a study scenario, to determine the best times to sell. The application of the ARIMAX method to the time series of Chicago Stock Exchange and dollar quotations produced relevant statistical results for the period from June 1, 2024, to May 31, 2025, estimating soybean, corn, and wheat prices for rural producers with R^2 ranging from 0.9092 to 0.9595 and absolute percentage errors from 4.67% to 9.66%, demonstrating its applicability for future forecasting of agricultural commodity prices. Regarding the formulation of marketing strategies, projected grain prices were correlated with the cash flow needs and production and capital costs of the studied property, defining the need for sales in the short, medium, and long term. The results highlight the difference in liquidity between soybeans, corn, and wheat to meet short-term commitments and the occurrence of positive margins for these crops in the medium term, although these margins gradually decrease when considering the high financial cost of money, represented by the 12% annual interest rate of the 2024/25 Harvest Plan. Therefore, a structured long-term financial analysis highlights the importance of planning rural property sales in advance, generating working capital in cash flow and ensuring higher individual grain and overall business profit margins. Finally, to improve the proposed model, the proposed model suggests the possibility of including new variables for price predictability and conducting periodic analyses of prices and sales plans for continuous adjustment and improvement of marketing strategies.

Keywords: Agribusiness. Grain marketing. Commodities market. Financial indicators. ARIMAX. Marketing strategies.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Fluxograma do método de pesquisa.....	34
Figura 2 – Testes de estacionariedade para as cotações de soja, milho, trigo e dólar	46
Figura 3 – Gráfico de distribuição de frequências para a cotação da soja em relação a curva Normal teórica.	47
Figura 4 – Função para diferenciação das séries de preços da soja, milho, trigo e dólar.....	48
Figura 5 – Testes de estacionariedade para as séries diferenciadas de preços de soja, milho, trigo e dólar	48
Figura 6 – Gráfico de distribuição de frequências para a cotação diferenciada da soja em relação a curva Normal teórica.	49
Figura 7 – Função para estimação do modelo ARIMAX para preços de soja, milho e trigo com base na influência do dólar no período de coleta de dados	50
Figura 8 – Modelo ARIMAX para preços da soja no período de 01/06/2000 a 31/05/2024 ...	51
Figura 9 – Modelo ARIMAX para preços do milho no período de 01/06/2000 a 31/05/2024	51
Figura 10 – Modelo ARIMAX para preços do trigo no período de 01/06/2000 a 31/05/2024	52
Figura 11 – Modelo ARIMAX para preços da soja no período de 01/06/2023 a 31/05/2024 .	53
Figura 12 – Modelo ARIMAX para preços do milho no período de 01/06/2023 a 31/05/2024	54
Figura 13 – Modelo ARIMAX para preços do trigo no período de 01/06/2023 a 31/05/2024	55
Figura 14 – Função para estimação de preços futuros dos grãos para o período de 01/06/2024 a 31/05/2025.....	57
Figura 15 – Curva ARIMAX e distribuição de resíduos para cotações futuras da soja no período de 01/06/2024 a 31/05/2025	58
Figura 16 – Curva ARIMAX e distribuição de resíduos para cotações futuras do milho no período de 01/06/2024 a 31/05/2025	59
Figura 17 – Curva ARIMAX e distribuição de resíduos para cotações futuras do trigo no período de 01/06/2024 a 31/05/2025	60

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Cotações internacionais da soja na CBOT de 01/06/2000 a 31/05/2024	36
Gráfico 2 – Cotações internacionais do milho na CBOT de 01/06/2000 a 31/05/2024	37
Gráfico 3 – Cotações internacionais do trigo na CBOT de 01/06/2000 a 31/05/2024.....	37
Gráfico 4 – Cotações internacionais dos grãos na CBOT de 01/06/2000 a 31/05/2024	38
Gráfico 5 – Cotações do dólar frente ao real de 01/06/2000 a 31/05/2024.....	39
Gráfico 6 – Preços estimados da soja, milho e trigo na propriedade no período de 01/06/2024 a 31/05/2025.....	61
Gráfico 7 – Comparação entre preços projetados e reais para soja, milho e trigo no período de 01/06/2024 a 31/05/2025.....	69

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Fluxo de caixa com os custos projetados da propriedade no período de junho/2024 a maio/2025	42
Tabela 2 – Custos de produção da soja, milho e trigo na safra 2023-24	42
Tabela 3 – Projeção do BCB para as cotações do dólar no período de 01/06/2024 a 31/05/2025	56
Tabela 4 – Cotações médias mensais para soja, milho e trigo no período de 01/06/2024 a 31/05/2025	62
Tabela 5 – Plano de vendas conforme necessidade de caixa da propriedade no período de 01/06/2024 a 31/05/2025	63
Tabela 6 – Cotações médias mensais e corrigidas por juros para soja, milho e trigo no período de 01/06/2024 a 31/05/2025	65
Tabela 7 – Relação entre preços corrigidos, custos de produção e margens de lucro percentuais para soja, milho e trigo no período de 01/06/2024 a 31/05/2025	66
Tabela 8 – Plano de vendas para geração de caixa e maximização da rentabilidade da propriedade no período de 01/06/2024 a 31/05/2025	67
Tabela 9 – Comparativo das cotações do dólar projetado e real no período de 01/06/2024 a 31/05/2025	70
Tabela 10 – Preços médios mensais da soja, milho e trigo no período de 01/06/2024 a 31/05/2025	72
Tabela 11 – Plano de vendas efetivas conforme necessidade de caixa da propriedade no período de 01/06/2024 a 31/05/2025	73
Tabela 12 – Relação entre preços reais corrigidos, custos de produção e margens de lucro percentuais para soja, milho e trigo no período de 01/06/2024 a 31/05/2025	74
Tabela 13 – Plano de vendas efetivas para geração de caixa e maximização da rentabilidade da propriedade no período de 01/06/2024 a 31/05/2025	75

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ADF	<i>Augmented Dickey-Fuller</i> (Dickey-Fuller Aumentado, em português)
ARIMA	<i>Autoregressive Integrated Moving Average</i> (Média Móvel Integrada Autoregressiva, em português)
ARIMAX	<i>Autoregressive Integrated Moving Average with Exogenous Variables</i> (Média Móvel Integrada Autoregressiva com Variáveis Exógenas, em português)
B3	Bolsa de Valores do Brasil (“Brasil, Bolsa, Balcão”)
BCB	Banco Central do Brasil
CBOT	<i>Chicago Board of Trade</i> (Bolsa de Comércio de Chicago, em português)
CONAB	Companhia Nacional de Abastecimento
MAPE	<i>Mean Absolute Percentage Error</i> (Erro Percentual Absoluto Médio, em português)
PIB	Produto Interno Bruto
USDA	<i>United States Department of Agriculture</i> (Departamento de Agricultura dos Estados Unidos, em português)
VBP	Valor Bruto da Produção

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	15
1.1	CONTEXTUALIZAÇÃO	15
1.2	JUSTIFICATIVAS	18
1.2.1	Justificativa Teórica	18
1.2.2	Justificativa Prática	19
1.3	QUESTÃO DE PESQUISA	19
1.4	OBJETIVOS	20
1.4.1	Objetivo Geral.....	20
1.4.2	Objetivos Específicos	20
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	21
2.1	MERCADO DE <i>COMMODITIES</i> AGRÍCOLAS.....	21
2.1.1	Fundamentos de Precificação	21
2.1.1.1	Fundamentos Produtivos	22
2.1.1.2	Fundamentos Climáticos	23
2.1.1.3	Fundamentos Econômicos	24
2.1.1.4	Fundamentos Geopolíticos	25
2.1.1.5	Fundamentos Especulativos	25
2.1.2	Formação de Preços das <i>Commodities</i> Agrícolas	26
2.1.2.1	Bolsa de Chicago (CBOT).....	26
2.1.2.2	Câmbio.....	26
2.1.2.3	Prêmio.....	27
2.1.2.4	Diferencial de Base.....	27
2.2	MÉTODOS DE PREVISÃO DE PREÇOS.....	27
2.2.1	Métodos ARIMA.....	28
2.2.2	Método ARIMAX e Variáveis Exógenas	29
2.3	INDICADORES FINANCEIROS DAS PROPRIEDADES RURAIS	29
2.3.1	Controle dos Custos de Produção	30
2.3.2	Fluxo de Caixa.....	31
2.4	ESTRATÉGIAS DE COMERCIALIZAÇÃO	31
2.5	SÍNTESE DA FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	32

3	METODOLOGIA.....	33
3.1	CARACTERÍSTICAS DA PESQUISA	33
3.2	CARACTERIZAÇÃO DO AMBIENTE DE ESTUDO	33
3.3	CARACTERIZAÇÃO DO MÉTODO	34
3.4	APLICAÇÃO DA METODOLOGIA	35
3.4.1	Coleta dos Dados das Séries Temporais	35
3.4.1.1	Bolsa de Chicago (CBOT).....	36
3.4.1.2	Câmbio.....	38
3.4.2	Previsão de Preços Futuros por ARIMAX.....	39
3.4.2.1	Determinação de Estacionariedade e Normalidade das Séries Temporais	39
3.4.2.2	Diferenciação das Séries Temporais.....	40
3.4.2.3	Aplicação do Método ARIMAX	40
3.4.2.4	Previsões de Preços Futuros	41
3.4.3	Determinação dos Indicadores Financeiros Internos	41
3.4.3.1	Fluxo de Caixa.....	41
3.4.3.2	Custos de Produção	42
3.4.4	Definição das Estratégias de Comercialização	43
3.4.4.1	Vendas Conforme Necessidades de Caixa	43
3.4.4.2	Vendas Conforme Margem de Lucro	43
3.4.4.3	Plano de Vendas para Geração de Caixa e Maximização do Retorno Financeiro. 43	
3.4.5	Análise do Desempenho das Estratégias de Comercialização	44
3.4.5.1	Análise da Metodologia de Precificação	44
3.4.5.2	Análise da Metodologia de Vendas	44
4	RESULTADOS	45
4.1	APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS.....	45
4.2	ANÁLISE DAS SÉRIES TEMPORAIS E PROJEÇÕES DE PREÇOS FUTUROS ..	45
4.3	FORMULAÇÃO DAS ESTRATÉGIAS DE COMERCIALIZAÇÃO	62
4.4	DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	68
4.4.1	Eficiência do Método ARIMAX no Cenário de <i>Commodities</i> Agrícolas	68
4.4.2	Impacto Financeiro das Estratégias de Comercialização na Propriedade Rural. 71	
4.5	CONTRIBUIÇÕES DO ESTUDO.....	75

4.6	LIMITAÇÕES DA PESQUISA	76
4.7	SUGESTÕES FUTURAS	77
5	CONCLUSÃO	79
	REFERÊNCIAS	82

1 INTRODUÇÃO

O agronegócio brasileiro possui impacto produtivo e econômico na sociedade, formando, conforme Quintam e De Assunção (2023), uma complexa cadeia produtiva com diferentes oportunidades e desafios, tais como variabilidade climática, oscilação de preços, custos elevados, infraestrutura logística e de armazenagem deficitária, interferência do câmbio e geopolítica mundial, entre outros fatores.

Desta forma, cada vez se faz mais necessária uma gestão eficiente e profissional das propriedades rurais, a fim de manter índices de rentabilidade, de avanço tecnológico e de sustentabilidade do negócio no longo prazo. Do ponto de vista produtivo, percebe-se, conforme Ulrich (2009), uma maior capacitação e organização dos produtores rurais, o que permitiu ao longo dos anos a expressiva expansão das atividades agrícolas no Brasil.

Entretanto, frente à crescente competitividade e rápidas mudanças em um mercado cada vez mais globalizado, revelam-se dificuldades das empresas rurais quanto à gestão do seu negócio. Isto ocorre com relação à ineficiência no reconhecimento e mensuração de indicadores de desempenho internos, principalmente os financeiros (Breitenbach, 2014), assim como devido às oscilações nos custos de produção e no preço de venda dos produtos agrícolas no ambiente externo, uma vez que insumos e produtos finais estão atrelados em sua maioria a cotações em nível internacional, em especial as *commodities* que são produzidas e exportadas pelo Brasil (Quintam & De Assunção, 2023).

Pode-se apontar, assim, a presença de propriedades bem estabelecidas do ponto de vista técnico (Ulrich, 2009), mas que carecem de análises mais detalhadas da rentabilidade de suas atividades produtivas e do mercado em que estão inseridas para melhor planejamento das culturas, otimização do fluxo de caixa e maximização do retorno econômico da propriedade (Carrara & Barboza, 2019) por meio da definição de estratégias de comercialização e da realização de vendas mais assertivas, processo estratégico essencial para continuidade e evolução de qualquer empresa.

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

A produção agrícola e pecuária é de significativa importância na geração de alimentos, de renda e de empregos no Brasil, respondendo por 49% das exportações brasileiras, 25% do Produto Interno Bruto (PIB) e um Valor Bruto da Produção (VBP) de R\$1,252 trilhão no ano de 2023, conforme dados da Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil (2024).

De acordo com a Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil (2024), os produtos de origem vegetal correspondem por 68% do valor gerado pelo agronegócio brasileiro, sendo a *commodity* soja responsável por 29,4% do VBP em nível nacional e seguida pelas culturas do milho (11,6%), cana-de-açúcar (7,6%), café (3,0%) e algodão (2,4%).

Assim, evidencia-se a relevância do setor agrícola, em especial de *commodities*, para o desempenho econômico do Brasil, sendo amplamente conhecido como um dos maiores produtores e exportadores de produtos in natura e matéria prima do mundo (CONAB, 2024).

Embora o agronegócio brasileiro apresente números expressivos, o setor vem passando por dificuldades nos últimos anos, as quais, conforme destacado pela Aprosoja Brasil e Abramilho (Notícias Agrícolas, 2024), decorrem de incertezas climáticas, cada vez mais acentuadas e que comprometeram a produção de grãos na safra 2023/24; da variação de preços no mercado internacional, com as lavouras implementadas em custos superiores aos patamares atuais de remuneração dos grãos; e da “ausência” de estratégias de gestão no que tange a comercialização das *commodities* e a fixação dos custos de produção.

Do ponto de vista interno, não é incomum encontrar em muitas regiões e propriedades rurais a concepção de que a produção agropecuária não precisa ser tratada como uma atividade empresarial. Desta forma, é recente o processo de interesse do produtor rural com princípios de gestão e de contabilidade, pois historicamente esteve voltado para a produção de alimentos e não para a profissionalização do seu negócio (Ulrich, 2009).

Entretanto, frente à elevação dos custos de produção, da pressão pelo uso racional de recursos e das instabilidades do mercado e do clima (Porto & Gonçalves, 2011), as propriedades rurais vêm ampliando a adoção de mecanismos de controle e de mensuração do seu desempenho visando melhorar as margens de lucro e perpetuar suas atividades no longo prazo.

Dentre estes mecanismos, a capacidade de alocar e de mensurar os custos de produção de diferentes áreas e culturas (Pasa, 2020), bem como de estruturar o fluxo de caixa da propriedade como um todo (Fantinatti, 2021), formam ferramentas apropriadas para compreender o desempenho financeiro dos diferentes sistemas de produção, sua melhor distribuição dentro da propriedade e seu potencial de geração de caixa para manutenção e expansão do negócio agrícola.

Mesmo que atualmente exista uma maior preocupação com os dados financeiros das propriedades rurais, percebe-se ainda uma baixa utilização efetiva destas informações para aplicação de estratégias e de melhorias, ficando muitas vezes restritas aos registros, sem uma integração efetiva com o ambiente de mercado em que estas empresas estão inseridas

(Fantinatti, 2021). Isso leva à necessidade de reconhecer os fatores externos que influenciam na precificação das *commodities* agrícolas.

Nesta perspectiva, *commodities* podem ser definidas como “produtos de origem agropecuária ou de extração mineral, em estado bruto ou pequeno grau de industrialização, produzidos em larga escala e destinados ao comércio externo. Seus preços são determinados pela oferta e procura internacional da mercadoria” (Fiocruz, 2024). Logo, diferentemente de outras atividades industriais, nas quais os preços são estipulados com base no custo de produção, o mercado de *commodities* agrícola é tomador de preços (Tybusch, 2003), tornando essencial conhecer sua dinâmica para prever os movimentos das cotações e estipular estratégias de comercialização.

Em nível de mercado, reforça-se a oscilação dos custos de produção e dos preços das *commodities* agrícolas, movimentos que muitas vezes ocorrem de forma “descasada”, implicando em custos elevados e valores de comercialização menores (Quintam & De Assunção, 2023). Tal situação gera impacto direto na capacidade financeira das empresas e deixa a maioria dos produtores rurais “à mercê” do mercado, com suas margens de lucro instáveis e imprevisíveis e comprometendo o desempenho dos sistemas de produção e a liquidez do negócio.

Logo, conhecer as variáveis de precificação das *commodities* fornece uma vantagem competitiva ao produtor rural, podendo melhor se adaptar às rápidas mudanças do mercado internacional. Nesta perspectiva, conforme Tybusch (2003), os elementos que compõe os preços locais das culturas de grãos, como soja, milho e trigo, são a Bolsa de Chicago (CBOT), o câmbio, o prêmio e o diferencial de base. Em âmbito mundial, a base de preços é formada na Bolsa de Chicago, a qual expressa a relação entre oferta e demanda, sendo que no mercado nacional brasileiro, os valores da CBOT, expressos em dólares (US\$), são convertidos em reais (R\$) pela taxa de câmbio, elemento crucial para determinar a competitividade de exportação dos grãos brasileiros no mercado mundial. Por fim, os valores que chegam aos produtores rurais vão depender do prêmio pago nos portos (o qual, de acordo com a oferta e a procura, pode valorizar ou depreciar as cotações em reais de Chicago) e do diferencial de base entre os portos e as praças internas, ou seja, os custos logísticos para escoamento da safra.

Portanto, os fundamentos de precificação de *commodities* são amplos e complexos (produção, consumo, câmbio, política, clima,...), o que sugere a possibilidade de adoção de métodos de previsibilidade de preços futuros com base nestas variáveis, a fim de antecipar flutuações de preços, melhor alocar recursos e reduzir o risco do negócio (Casagrande & Menezes, 2022). Além disso, este processo de análise externa deve ser integrado aos indicadores

financeiros e de fluxo de caixa das propriedades rurais para fornecer estratégias de comercialização condizentes com sua realidade produtiva e econômica.

1.2 JUSTIFICATIVAS

1.2.1 Justificativa Teórica

A comercialização de grãos é um dos pontos-chaves no sucesso das empresas rurais, a qual requer de avaliação criteriosa do mercado, da otimização dos recursos produtivos e econômicos e da eficiência das estratégias organizacionais (Leitner & Alves Filho, 2019).

Neste contexto de comercialização estratégica de grãos, destacam-se, conforme Casagrande e Menezes (2022), os métodos de previsibilidade de preços como ferramentas de gestão para administração de riscos e planejamento comercial. Existe na literatura um amplo conjunto de metodologias estatísticas e de inteligência artificial propostas para predição de cotações de *commodities* no curto prazo, com a intenção de auxiliar na tomada de decisão de venda em conformidade com o comportamento do mercado, podendo citar, de acordo com estudo bibliométrico de Porto (2021), o modelo ARIMA e seus derivados como o ARIMAX, SARIMA, ARCH e ARFIMA, as redes neurais e máquina de aprendizado extremo.

Cada modelo possui suas particularidades e características próprias, mas focando no mercado de *commodities*, percebe-se uma ênfase no modelo ARIMA (Modelos Autorregressivos Integrados de Médias Móveis, em português), o qual permite, a partir de séries temporais passadas, prever a tendência de preços no curto prazo (Cas, 2018).

Entretanto, em função das oscilações de cotações das *commodities* agrícolas, apenas o método ARIMA pode não ser o suficiente para gerar cenários precisos em decorrência de outros fundamentos com rápida mudança de comportamento (dólar, clima, estoques, produção, demanda,...), os quais podem ser melhor descritos pelo modelo ARIMAX (Modelos Autorregressivos Integrados de Médias Móveis com Variável Exógena, em português), que permite incluir variáveis externas às séries temporais para prever os preços futuros, como citado por Cas (2018), Porto (2021) e Casagrande e Menezes (2022), demonstrando resultados eficientes, mas ainda pouco utilizado em análises econômicas.

Além disso, tais estudos trazem uma visão de análise unicamente do ambiente externo, fazendo a previsão de preços futuros sem traçar um paralelo com as estratégias das propriedades rurais, ponto discutido por Fantinatti (2021) ao utilizar o fluxo de caixa para planejar vendas futuras, ou seja, reconhecendo as necessidades financeiras da organização neste processo.

Logo, percebe-se a oportunidade de integrar métodos de predição de preços que considerem variáveis exógenas, sendo o ARIMAX ainda pouco utilizado para *commodities* agrícolas, com os indicadores financeiros das propriedades rurais, formando uma linha de pesquisa em estratégias de comercialização de grãos com modelos mistos baseados no ambiente externo e interno.

1.2.2 Justificativa Prática

A produção agrícola e o mercado de *commodities* são importantes para a economia brasileira e mundial, o que faz necessária a adoção de práticas de gestão profissional e de estratégias organizacionais e operacionais em diferentes níveis do negócio. No âmbito produtivo, as atividades agropecuárias tiveram relevante desenvolvimento e expansão, fator que explica a relevância do setor no Brasil, embora o mesmo não possa ser dito da questão comercial e financeira, com a presença de propriedades sem reconhecimento dos seus custos e, mesmo quando são mensurados, na prática não são utilizados para definir diretrizes e planos de venda de seus produtos (Fantinatti, 2021).

Aliado a esta deficiência de controle interno, tem-se um mercado extremamente volátil, seja pelas instabilidades climáticas que comprometeram as safras de grãos nos últimos anos, seja pela oscilação das cotações que dificultam o planejamento de vendas e o custeio das atividades produtivas, constituindo em ameaças para as propriedades rurais sem as adequadas práticas de gestão financeira.

Por consequência, a contribuição prática deste trabalho consiste em fornecer métodos e ferramentas para que os produtores rurais consigam reconhecer sua realidade financeira e as condições do mercado de *commodities* não apenas de forma isolada, mas em conjunto para a elaboração de estratégias integradas de comercialização que permitam aproveitar os melhores momentos de preços dos grãos para financiamento das atividades agrícolas e obtenção de maiores margens de lucro.

1.3 QUESTÃO DE PESQUISA

Como utilizar dos fundamentos do mercado de *commodities* agrícolas e dos indicadores financeiros das propriedades rurais para a comercialização estratégica de grãos?

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo Geral

Avaliar como a utilização de projeções de preços futuros das *commodities* pelo método ARIMAX e dos indicadores financeiros de uma propriedade rural podem apoiar na formulação de estratégias de comercialização dos grãos (soja, milho e trigo).

1.4.2 Objetivos Específicos

- a. Compreender o comportamento de preços das *commodities* agrícolas e do câmbio;
- b. Avaliar a aplicação do método ARIMAX na projeção de cotações futuras dos grãos;
- c. Relacionar as projeções de preços futuros das *commodities* com os indicadores financeiros de uma propriedade rural;
- d. Analisar o impacto das estratégias de comercialização de curto, médio e longo prazo no fluxo de caixa e nas margens de lucro;
- e. Discutir os resultados obtidos frente às metodologias de precificação e de comercialização aplicadas.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 MERCADO DE *COMMODITIES* AGRÍCOLAS

O mercado de *commodities* é um segmento da economia global voltado à comercialização de produtos básicos, geralmente em estado bruto ou com baixo nível de industrialização, utilizados como insumos e matérias primas em diversos setores produtivos e de transformação (Fiocruz, 2024). Logo, as *commodities* são caracterizadas por serem produzidas em larga escala, em diversos locais do mundo e com alto grau de homogeneidade, ou seja, com padrões e características praticamente iguais entre as origens produtoras, englobando recursos naturais como minerais (ferro, carvão), metais (ouro, prata, níquel) e fontes de energia (petróleo, gás natural), bem como produtos agrícolas, sendo todos negociados em bolsas de mercadorias e sujeitos às leis de oferta e demanda globais (Warren Magazine, 2021).

Neste contexto e como foco deste trabalho, as *commodities* agrícolas representam uma importante parcela do mercado em muitos países, como o Brasil, abrangendo produtos como soja, trigo, milho, café, açúcar e algodão. Segundo Menezes (2015), a produção e a comercialização desses produtos são influenciadas por diversos fatores, como as condições climáticas, os avanços tecnológicos, as políticas agrícolas e as flutuações cambiais. Como resultado, os preços das *commodities* agrícolas podem ser altamente voláteis, refletindo incertezas e especulações em torno da oferta e demanda mundiais e evidenciando a interdependência global no comércio desses produtos.

Desta forma, a dinâmica do mercado de *commodities* agrícolas é controlada por uma série de fatores externos e multifacetados, tornando o conhecimento do seu processo de precificação um fator essencial para a efetivação das operações e dos planos comerciais das propriedades rurais (Menezes, 2015). Nesta perspectiva, detalham-se os fundamentos produtivos, climáticos, econômicos, geopolíticos e especulativos que influenciam na precificação das *commodities* agrícolas, em especial as graníferas.

2.1.1 Fundamentos de Precificação

A precificação das *commodities* agrícolas é consequência da interação, em nível local e mundial, de uma série de variáveis próprias (produtivas e climáticas), mas também externas

(macroeconomia, política, relações internacionais, mercado financeiro, taxas de câmbio,...), as quais serão a seguir classificadas e especificadas.

2.1.1.1 Fundamentos Produtivos

O fator básico de precificação de qualquer ativo é a relação entre sua disponibilidade e sua procura no mercado, ou seja, o preço de uma *commodity* é definido, primordialmente, pela oferta e demanda em nível global e local (Barros, 2015). Logo, os fundamentos produtivos que precificam as *commodities* agrícolas estão atrelados à capacidade produtiva, aos estoques e ao consumo das mesmas, informações obtidas por meio de dados de órgãos oficiais e/ou reconhecidos pelo setor, citando como exemplos o USDA a nível mundial e a CONAB em território brasileiro.

Do lado da produção, tem-se como principais variáveis fundamentais os países produtores, os países exportadores, a taxa de crescimento de área e de produtividade, os custos de produção e a rentabilidade das *commodities*, o volume/ritmo de comercialização e os estoques (Investing, 2024).

- a. Países produtores: reconhecer os principais países produtores de uma *commodity* auxilia no entendimento do potencial de aumento ou redução da oferta;
- b. Países exportadores: em relação ao fluxo internacional de grãos, os países exportadores determinam a oferta disponível para outros países e, consequentemente, o grau de concorrência pelo produto;
- c. Taxa de crescimento de área e produtividade: tendência de aumento ou redução do volume de produção impactam na capacidade de oferta de uma *commodity* por determinado país;
- d. Custos de produção e rentabilidade das *commodities*: fatores que influenciam na tomada de decisão por parte dos produtores, incentivando ou retraindo a produção;
- e. Volume/ritmo de comercialização: sejam vendas do produto físico ou de contratos futuros, o percentual já comercializado de uma *commodity* indica o potencial de novas vendas e do volume que será disponibilizado no mercado;
- f. Estoques: refletem as “sobras” de oferta de períodos anteriores, impactando as cotações positivamente com a redução de estoques ou negativamente com o excesso de uma *commodity* armazenada.

Pertinente à demanda, apresentam influência sobre os mercados o consumo/processamento da *commodity*, os países importadores, o desempenho de atividades correlatas e os produtos substitutos (Investing, 2024).

- a. Consumo/processamento da *commodity*: indica o volume necessário de produto para atendimento da demanda interna, seja a *commodity* in natura ou seus derivados;
- b. Países importadores: representa o mercado potencial de uma *commodity*, determinando o fluxo de compras;
- c. Desempenho de atividades correlatas: o crescimento ou a retração de indústrias que utilizam da *commodity* como matéria prima pode modificar a força da demanda (biodiesel e soja, etanol e milho, ração e farelo, entre outros);
- d. Produtos substitutos: *commodities* agrícolas, frente à elevação das cotações, podem ser substituídas por outras que estejam mais competitivas (proporção de milho e soja nas rações, por exemplo).

2.1.1.2 Fundamentos Climáticos

De forma conjunta aos elementos produtivos, têm-se as condições climáticas como principal fator de impacto na produção agrícola, sendo uma variável completamente externa ao manejo do produtor e de caráter “incontrolável”, com impactos na oferta presente e em previsões futuras (Menezes, 2015).

As previsões climáticas nas regiões produtoras exercem forte influência sobre as cotações das *commodities* em bolsas em âmbito mundial, citando a Bolsa de Chicago (CBOT) nos Estados Unidos e a B3 no Brasil, as quais refletem os preços das culturas graníferas. Nos períodos de safra, como exposto por Ximenes e Coêlho (2023), o principal fator de oscilação de preços das *commodities* agrícolas são os índices de pluviosidade e de temperatura previstos pelos modelos climáticos, em função do seu potencial de proporcionar safras recordes ou quebras produtivas, de tal forma que o mercado se antecipa às tendências de clima de curto prazo para corrigir os preços frente às expectativas de oferta.

Por consequência, os fundamentos climáticos geram um impacto significativo no mercado de *commodities* agrícolas, seja na concretização da oferta e nos preços correntes, seja como elemento de especulação para safras futuras.

2.1.1.3 Fundamentos Econômicos

Conforme estudo de Arruda (2008), os indicadores econômicos, que são externos ao ambiente agrícola por si só, trazem repercussões nas cotações de *commodities* agrícolas, seja por incentivarem ou retraírem seu fluxo e consumo em nível global, o que pode ser explicado, entre múltiplas variáveis, pelas taxas de câmbio, de juros, de inflação, de geração de empregos e de crescimento econômico.

A taxa de câmbio pode ser compreendida como “o preço da moeda de um país em termos da moeda de outro” (Arruda, 2008, p. 25), representando o poder de compra de uma moeda e, conseqüentemente, o preço dos produtos atrelados a ela no mercado mundial. Para as *commodities* agrícolas, que são comercializadas globalmente, os preços são padronizados em dólar (US\$) e sua cotação frente ao real (R\$) vai formar o preço em território brasileiro e, ao mesmo tempo, indicar sua competitividade de exportação, atraindo ou repelindo os compradores.

O dólar, portanto, é fator chave na formação de preços das *commodities* agrícolas, gerando variações nas cotações mundiais e locais independentemente das relações de oferta e de demanda, uma vez que sua elevação proporciona aumento do valor final recebido pelos produtores brasileiros e intensifica as exportações, mas tendo como contrapartida uma menor atratividade das *commodities* americanas e a depreciação das cotações internacionais (De Souza, De Oliveira & Santini, 2013).

A taxa de juros, por sua vez, gera impactos na taxa de câmbio, pois reflete a atratividade de um país a investimentos estrangeiros, aumentando ou diminuindo o fluxo de dólares no mercado nacional, assim como determina o custo para captação de recursos financeiros para os produtores rurais (Arruda, 2008), o que pode inibir novos investimentos em cenários de juros altos ou, em sentido oposto, incentivar a expansão das atividades produtivas com o acesso a recursos com taxas atrativas.

As demais variáveis, como inflação, geração de empregos e crescimento econômico vão indicar, de forma geral, o poder de compra e de geração de renda de uma população (CNN Brasil, 2021), com reflexos positivos no potencial de consumo das *commodities* em cenários de baixa inflação e expansão econômica, enquanto ocorre aversão ao risco e busca-se “derrubar” os preços dos alimentos em momentos de inflação elevada e instabilidade econômica.

2.1.1.4 Fundamentos Geopolíticos

As *commodities*, independentes de serem agrícolas ou não, são comercializadas entre os países em todo o planeta, o que indica que o comércio internacional, as relações diplomáticas e a logística mundial impactam diretamente o fluxo de mercadorias e os seus preços.

As políticas de comércio internacional, por meio de tarifas, cotas de exportação e subsídios, constituem ferramentas usadas pelos governos para proteger suas economias e produtores nacionais, muitas vezes em detrimento de um mercado global livre. Como exemplo, tem-se as disputas comerciais entre os Estados Unidos e a China ocorridas no governo Trump (e que pode vir a se repetir em uma eventual reeleição em 2024), que levaram ao aumento nas tarifas de importação entre os países, grandes agentes exportadores e importadores de *commodities*, reduzindo o fluxo de mercadorias entre as nações e alterando os preços no mercado global (De Miranda et al., 2018).

Além de medidas de incentivo ou restrição comercial, a ocorrência de conflitos territoriais e/ou ideológicos impactam na capacidade de produção e de comercialização de uma *commodity* (Coutinho Filho, 2018), seja pela destruição de lavouras e/ou portos em situações de guerras (comprometendo a oferta), seja pelas sanções e retaliações impostas entre países envolvidos e parceiros comerciais (impedindo a comercialização e direcionando a demanda para outros países).

Por fim, deve-se destacar a logística entre países exportadores e importadores, essencial para viabilizar o fluxo de mercadorias, a qual tem seu custo dependente das rotas comerciais, do preço da energia e da disponibilidade de transporte (Coutinho Filho, 2018).

2.1.1.5 Fundamentos Especulativos

Com base nas expectativas futuras sobre os fatores produtivos, climáticos, econômicos e geopolíticos, existe no mercado internacional e nas bolsas a atuação de forças especulativas, que agem comprando ou vendendo ativos em busca da obtenção de lucro financeiro, sem estarem atrelados à produção ou à comercialização de *commodities* (Pellin, 2024). Desta forma, em função de novas previsões, como clima, alteração de demanda, modificação de taxas de juros, entre outros, ocorre a participação no mercado de especuladores, fundos de investimentos e algoritmos que acabam trazendo impactos de curto prazo nas cotações das *commodities* agrícolas e, quando de maneira mais intensa, definindo tendências de preços.

2.1.2 Formação de Preços das *Commodities* Agrícolas

Como observado, as cotações das *commodities* agrícolas são altamente voláteis e de difícil previsão em decorrência de uma série de fundamentos locais e mundiais que impactam na sua produção e comercialização. Nesta perspectiva, além de conhecer e compreender os elementos que alteram os preços das culturas agrícolas, é essencial descrever quais são as variáveis diretas que compõem a precificação, a fim de fornecer embasamento para análises de previsibilidade de preços.

2.1.2.1 Bolsa de Chicago (CBOT)

A Bolsa de Chicago reflete a realidade da oferta e da demanda dos grãos localmente (neste caso Estados Unidos) e mundialmente (Tybusch, 2003), ou seja, os preços na CBOT devem, em tese, refletirem o excesso ou a escassez de produtos no mercado. Entretanto, outros fatores pesam nas suas cotações, como a presença de especuladores, fundos de investimentos, projeções climáticas, geopolítica e conflitos, acordos e restrições comerciais (Brum et al., 2022), fatores “externos” à produção que impactam no fluxo das *commodities* e que podem gerar movimentos técnicos e/ou modificar a tendência dos preços na CBOT.

Analizando os fundamentos de precificação abordados, a CBOT, base de preços das *commodities* agrícolas, é determinada pela interação de todos os elementos produtivos (oferta e demanda), climáticos, econômicos (estímulo ou aversão ao risco), geopolíticos e especulativos, sendo o principal indicador de cotações das culturas de grãos.

2.1.2.2 Câmbio

A taxa cambial é formada de maneira semelhante às cotações em bolsas e mercados futuros, variando de acordo com o fluxo de moeda entre países e também influenciada por questões políticas e legais, especulação, taxa de juros e inflação, estabilidade e atratividade do país (De Souza, De Oliveira & Santini, 2013).

Pensando unicamente na comercialização de *commodities* agrícolas, a elevação do dólar frente ao real proporciona maior competitividade do grão brasileiro no mercado internacional e gera maiores divisas para a cadeia do agronegócio, tendo em vista a importante participação nas exportações, atuando como grande diferencial aos preços em Chicago.

Em relação aos fatores de influência, destacam-se os aspectos econômicos, geopolíticos e especulativos, demonstrando o impacto que a taxa de câmbio possui na precificação de *commodities* agrícolas.

2.1.2.3 Prêmio

O prêmio tem como função “corrigir” as distorções da CBOT no mercado nacional, expressando, conforme De Sousa, De Oliveira e Santini (2013), a realidade da oferta e da demanda local, de modo que prêmios positivos sirvam para estimular as vendas dos produtores, pela necessidade de embarque nos portos, e prêmios negativos façam o movimento contrário, evidenciando o excedente de produto.

Logo, a variação nos prêmios expressa fundamentos produtivos em ambientes mais específicos, assim como geopolíticos no que se refere à logística mundial, que pode demandar maior ou menor volume de produto de uma origem.

2.1.2.4 Diferencial de Base

O diferencial de base consiste na diferença entre os preços nos portos brasileiros e nos mercados internos, correspondendo, basicamente, aos custos operacionais, de transporte e de armazenagem (De Souza, De Oliveira & Santini, 2013), os quais são influenciados pela capacidade de estocagem dos produtores e cooperativas, pelo frete rodoviário (principal meio de escoamento dos grãos) e pelos custos de embarque nos portos, correspondendo a fatores logísticos internos.

2.2 MÉTODOS DE PREVISÃO DE PREÇOS

O agronegócio brasileiro constitui um setor importante para a economia do país, sendo um dos maiores produtores e exportadores de *commodities* agrícolas. Em função da volatilidade deste mercado frente a uma complexa cadeia produtiva, econômica e logística, marcada por fatores de ordem internacional, o processo de precificação do mercado de *commodities* agrícolas torna-se relevante para todos os agentes envolvidos no ramo agropecuário.

Nesta perspectiva, a adoção de métodos de previsibilidade de preços é de útil aplicação em especial aos produtores rurais, que enfrentam incertezas quanto à produtividade de suas culturas, altamente dependentes do clima, bem como de variação de suas receitas e que

impactam em seu planejamento de vendas. Considerando a relativa facilidade de acesso a séries históricas de cotações e de outras variáveis que determinam a precificação das *commodities* agrícolas, como já discutido, evidenciam-se os modelos ARIMA como mecanismos estatísticos de previsão de preços futuros a curto prazo, fornecendo uma ferramenta, conforme Cas (2018), para traçar tendências e possíveis cenários para a comercialização das culturas agrícolas.

2.2.1 Métodos ARIMA

De acordo com Gomes (1989), a análise técnica de um mercado consiste em compreender seus padrões de comportamento passado e como eles se reproduzirão no futuro, fornecendo previsões para os preços dos ativos. Nesta abordagem, o modelo ARIMA, desenvolvido por Box e Jenkins em 1976, fornece uma base conceitual e matemática para previsões estatísticas por meio da análise de séries temporais.

A metodologia ARIMA trabalha com a modelagem de séries temporais passadas em função de três componentes (médias móveis, auto regressão e integração) que estabelecem parâmetros para previsão de séries futuras (Gomes, 1989).

Em relação ao mercado de *commodities* agrícolas, pode-se citar o estudo de Cas (2018), que utilizou o modelo ARIMA para previsibilidade de preços da *commodity* milho no mercado brasileiro, alcançando resultados satisfatórios para a estimação de tendências no curto prazo; Casagrande e Menezes (2022) estudaram o comportamento de preços para as culturas de soja, milho e café arábica utilizando diferentes parâmetros, também obtendo resultados próximos à realidade de preços em um período de 12 meses; e Pinto et al. (2008) realizaram análises para as culturas de cacau, café, cana de açúcar, laranja e soja, adotando também modelos distintos para cada *commodity* conforme as características de suas séries temporais.

Logo, a aplicação de Modelos Autorregressivos Integrados de Médias Móveis pode ser adaptada para diferentes produtos agrícolas e permite estimar as cotações de uma *commodity* com base “unicamente” em seus preços passados, servindo como instrumento para compreensão e análise do seu mercado. Assim, destacam-se para as *commodities* agrícolas a utilização de séries temporais diretamente atreladas às suas cotações, seja em Chicago ou em mercados locais, as quais podem expressar comportamentos de sazonalidade, canais de tendências e ciclos de alta e baixa (Lamounier, 2007).

Entretanto, devido à instabilidade do mercado de *commodities*, existem movimentos de preços que não podem ser explicados apenas pelo comportamento passado, mas sim pela influência de variáveis externas (Porto, 2021), sejam de origem produtiva, climática,

econômica, geopolítica ou especulativa, surgindo a possibilidade de complementar as séries temporais com a integração destes fundamentos, característica do método ARIMAX.

2.2.2 Método ARIMAX e Variáveis Exógenas

Conforme Porto (2021), o modelo ARIMA consiste em uma análise univariada de uma série temporal, considerando seus componentes autorregressivos, de integração e de médias móveis, mas restrito ao comportamento dos preços passados, enquanto o método ARIMAX (Modelos autorregressivos integrados de médias móveis com variável exógena), proposto por Box e Tiao em 1975, permite acrescentar variáveis exógenas que tenham influência sobre a série de preços, constituindo uma análise multivariada, complementar e mais ampla que o ARIMA.

Em mercados dinâmicos e com rápidas variações de preços, como no caso das *commodities* agrícolas, a interferência de fatores externos possui impacto na precificação, podendo adicionar equações de regressão destas variáveis exógenas para “corrigir” os movimentos das séries temporais em concordância com a conjuntura presente do mercado (Porto, 2021).

Porto (2021) utilizou da metodologia ARIMAX para estimação dos preços da soja nos estados do Mato Grosso, Paraná e Rio Grande do Sul considerando as cotações no mercado internacional e doméstico a fim de compreender suas correlações, apontando o efeito da taxa de câmbio na diferenciação de preços, uma vez que as séries temporais apresentam comportamentos similares quando convertidas para a mesma moeda. Este resultado evidencia o impacto do dólar na precificação das *commodities* agrícolas no Brasil e, por consequência, como este pode ser utilizado como variável externa às séries temporais das cotações internacionais para explicar os preços em território brasileiro.

Portanto, as previsões com ARIMAX, embora mantenham maior efetividade no curto prazo, permitem capturar as influências externas à série temporal, com uma melhor compreensão dos fatores de precificação e maior precisão das análises de preços futuros, condição essencial para o mercado de *commodities* agrícolas.

2.3 INDICADORES FINANCEIROS DAS PROPRIEDADES RURAIS

Além de reconhecer os fundamentos de precificação das *commodities* agrícolas e de compreender as ferramentas para sua análise e previsibilidade de cotações futuras, as

propriedades rurais precisam conhecer a realidade financeira de suas atividades produtivas, a fim de definir as estratégias de comercialização que sejam apropriadas para a manutenção e a expansão do negócio de forma sustentável e duradoura (Gelatti, 2015).

Em relação aos indicadores de desempenho financeiro de uma propriedade rural, convém destacar, conforme Batista, Lopes e Costa (2022), os custos de produção das diferentes culturas para identificar os valores aplicados em cada etapa do processo produtivo (plantio, manejo, colheita,...), compreender seu potencial de geração de lucro e definir a capacidade de investimentos futuros com base em sua viabilidade e rentabilidade. Do mesmo modo, aponta-se de acordo com Fantinatti (2021) a aplicação do fluxo de caixa da propriedade para o planejamento da movimentação de capitais para financiamento das atividades e liquidez do negócio.

2.3.1 Controle dos Custos de Produção

Na área agrícola, em especial de *commodities* produzidas em larga escala, o produtor rural não possui poder de determinação sobre o preço de venda do seu produto, nem controle total das condições de produção em função das variações climáticas, fatores que afetam a produtividade e a receita de suas atividades (Batista, Lopes & Costa, 2022).

Desta forma, a mensuração e o controle dos custos de produção tornam-se ferramentas chaves para a gestão das propriedades rurais, pois permitem o conhecimento do desempenho econômico dentro da propriedade e servem como parâmetro para a tomada de decisão de compras de insumos, de vendas dos grãos e de investimentos no negócio (Pasa, 2020).

Para a caracterização destes custos, deve-se levar em consideração as particularidades da atividade agrícola, pois existem uma série de gastos que são aplicáveis, simultaneamente, a diferentes culturas e/ou áreas da propriedade, como o custo da terra e a aplicação de corretivos a longo prazo, exigindo a adoção de critérios de rateio apropriados para cada cenário e que sejam representativos dos sistemas e das culturas da propriedade (Batista, Lopes & Costa, 2022).

Logo, a determinação do custo de produção de cada cultura e até mesmo por área da propriedade, conforme estudo de Pasa (2020), é elemento central na definição de estratégias de comercialização ao reconhecer a necessidade de recursos financeiros de cada cultura e sistema produtivo, bem como as margens de retorno que podem ser obtidas em relação aos preços de venda dos grãos ao longo da safra.

2.3.2 Fluxo de Caixa

Além da mensuração dos custos de produção das culturas agrícolas e de sua aplicação para a maximização das margens de lucro e dos investimentos financeiros nas propriedades rurais, a continuidade de um negócio passa pela sua capacidade de giro e de financiamento das operações no curto prazo (Fantinatti, 2021). Ou seja, além de serem lucrativas, as atividades agrícolas precisam gerar caixa para honrar os compromissos financeiros e a necessidade constante de compras de insumos para continuidade dos sistemas de produção.

Nesta perspectiva, Corrêa (2014) cita o fluxo de caixa como um método para controle de receitas e despesas ao longo do tempo, servindo tanto para avaliação do desempenho passado (fluxo realizado) quanto para estratégias de vendas e compras futuras (fluxo planejado), determinando a liquidez dos diferentes produtos, os ciclos de produção e de comercialização e o equilíbrio financeiro da propriedade como um todo.

Portanto, a integração do fluxo de caixa nas estratégias de comercialização permite ao produtor uma maior previsibilidade das necessidades de capital de giro e um planejamento estruturado de vendas do seu mix de produtos (Corrêa, 2014), podendo identificar oportunidades no mercado para suas diferentes *commodities* a fim de obter melhores preços de venda dentro da janela de financiamento de suas atividades e garantir rentabilidade e sustentabilidade para a propriedade.

2.4 ESTRATÉGIAS DE COMERCIALIZAÇÃO

A concepção de estratégias, independentes de serem de comercialização ou não, passa pela identificação de elementos do ambiente interno e externo das organizações, seja para caracterização das suas operações, sua eficiência e sua capacidade produtiva, bem como dos custos e investimentos financeiros, seja para análise do mercado para tomada de decisão de preços, momento de venda e obtenção de vantagens competitivas (Robbins, 2000).

Em se tratando de *commodities* agrícolas em nível de propriedade rural, como destacado neste referencial, sugere-se a integração de modelos externos de previsibilidade de preços com base em séries temporais das cotações e em fundamentos presentes do mercado com o fluxo de caixa e os custos de produção dos grãos dentro da propriedade. Fomenta-se, portanto, estratégias que permitam ao produtor estruturar um plano de vendas que aproveite dos momentos de altas dos preços em concordância com as necessidades financeiras da propriedade, definindo diferentes momentos de comercialização para cada cultura ao longo dos

anos agrícolas com o objetivo de financiar as atividades no curto prazo, obter maiores margens de lucro no médio prazo e expandir o negócio no longo prazo.

2.5 SÍNTESE DA FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Na Seção 2.1 detalhou-se as características dos mercados de *commodities* agrícolas a fim de compreender sua dinâmica de precificação, seja abordando o contexto geral que influencia nas cotações, seja entendendo o comportamento de cada variável que compõe o preço dos grãos, fornecendo o embasamento para a escolha dos fatores de maior impacto na previsibilidade de preços, no caso as cotações na Bolsa de Chicago e a Taxa de Câmbio.

Na Seção 2.2 abordou-se a importância da determinação das tendências de preços das *commodities* para as estratégias das propriedades rurais, focando na utilização de séries temporais e, portanto, nos métodos ARIMA e ARIMAX para a estimação de preços dos grãos no curto prazo, os quais servirão de base para o presente trabalho ao integrar as cotações internacionais e do dólar.

Na Seção 2.3 focou-se na análise financeira interna das propriedades rurais, trazendo como indicadores chave os custos de produção e o fluxo de caixa, os quais são determinantes no planejamento de vendas e podem ser complementados com as previsões de preços futuros.

Por último, na Seção 2.4 se trouxe a compreensão de estratégias organizacionais como uma integração de elementos do ambiente interno e externo, sendo de relevância para este trabalho uma estratégia de comercialização de grãos que integre o conhecimento da realidade financeira da propriedade rural (Seção 2.3) com a tendência de preços futuros das *commodities* (Seção 2.1 e 2.2).

3 METODOLOGIA

3.1 CARACTERÍSTICAS DA PESQUISA

O presente trabalho pode ser caracterizado como uma pesquisa aplicada, quantitativa, explicativa e de estudo de caso. Quanto à natureza, a pesquisa é aplicada tendo em vista que está centrada na solução de um problema específico (Gil, 2018), ou seja, a formulação de estratégias de comercialização de grãos com base em indicadores internos das propriedades rurais e nos fundamentos de precificação de *commodities*, com a intenção de gerar conhecimento prático e direto.

Quanto à abordagem, a pesquisa é quantitativa pois utiliza de variáveis numéricas e análises estatísticas para obter os resultados (Gil, 2018), realizando a previsão de preços e a determinação dos melhores momentos de venda dos grãos.

Em relação ao objetivo a pesquisa é explicativa, buscando esclarecer as variáveis e as relações que definem um fenômeno (Gil, 2018), neste caso a precificação de *commodities* e sua integração com as condições financeiras das propriedades rurais.

Por fim, utilizou-se como procedimento técnico o estudo de caso, o qual consiste em um tipo de pesquisa que aprofunda o conhecimento de um assunto específico em um cenário real (Gil, 2018), cruzando os resultados de tendências de preço das *commodities* agrícolas com informações financeiras de uma propriedade rural, a fim de avaliar e validar o processo de formulação de estratégias de comercialização.

3.2 CARACTERIZAÇÃO DO AMBIENTE DE ESTUDO

A pesquisa proposta neste trabalho está embasada em dados reais de uma propriedade rural, a qual será brevemente descrita nesta seção. A propriedade rural estudada foi constituída em 1984 com origem familiar, estando atualmente em sua terceira geração, tendo como atividade principal a produção e a comercialização dos grãos soja, milho e trigo nos municípios de Vacaria e Muitos Capões, no Estado do Rio Grande do Sul. Em sua estrutura produtiva conta com 1.607 hectares de área plantada, infraestrutura e maquinários próprios, realizando todas as etapas do ciclo das culturas desde a produção até a colheita.

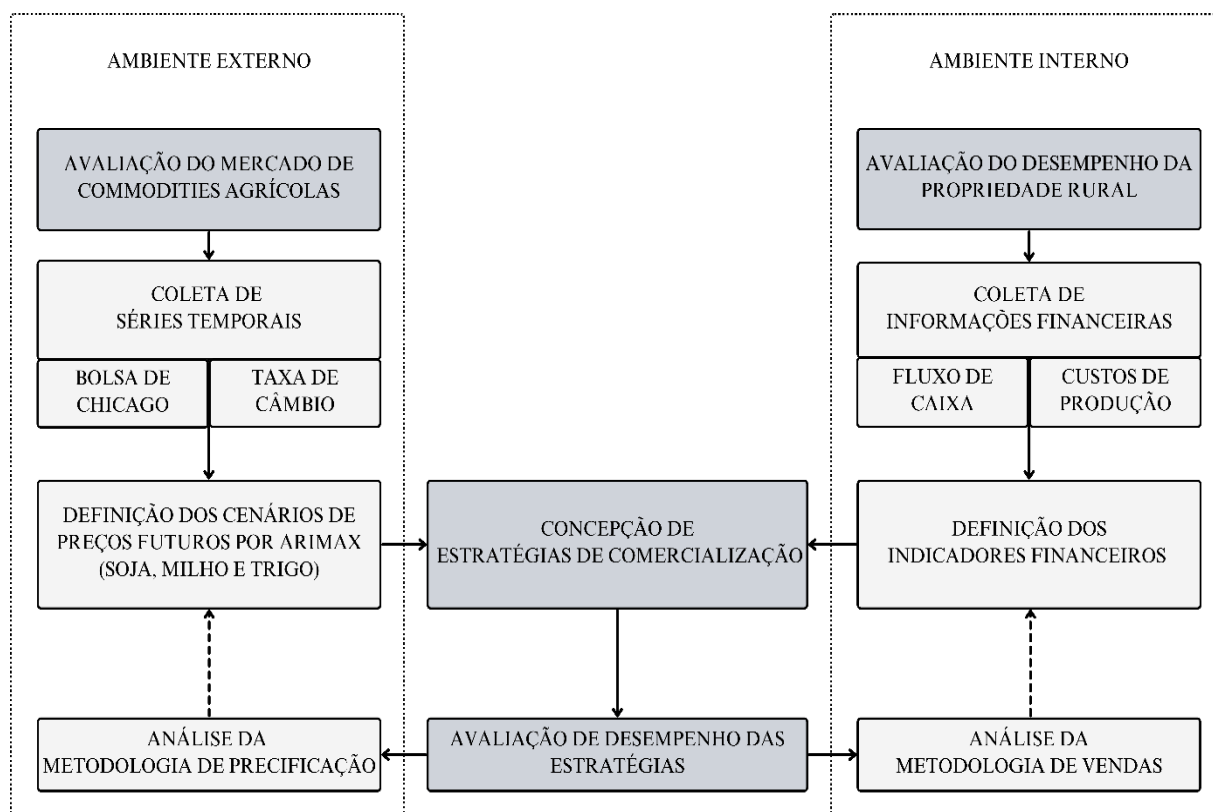
A gestão do negócio é familiar, mas, ao mesmo tempo, com características profissionais, com conhecimento e formação na área administrativa. Em função disso, a empresa possui registros de dados produtivos, financeiros e comerciais ao longo das safras, tendo ferramentas

para a tomada de decisão estratégica em seus processos internos e que servem de base para análise do mercado externo. Logo, a propriedade rural apresenta-se devidamente organizada produtiva e economicamente, possuindo facilidade para o fornecimento de indicadores financeiros que representem a realidade do negócio e que podem complementar o estudo de preços futuros das *commodities* agrícolas e tornar mais assertivas as estratégias de comercialização.

3.3 CARACTERIZAÇÃO DO MÉTODO

O método de pesquisa empregado e embasado pela Fundamentação Teórica (Capítulo 2) consistiu em formular e avaliar estratégias de comercialização de grãos integrando análises em nível externo (mercado de *commodities* agrícolas e processos de precificação) e interno (desempenho da propriedade rural por meio de indicadores financeiros), o qual se encontra sistematizado no fluxograma apresentado na Figura 1.

Figura 1 – Fluxograma do método de pesquisa



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Desta forma, o presente trabalho analisou, em um primeiro momento, o mercado de *commodities* agrícolas e suas cotações abordando as séries temporais das variáveis “Bolsa de Chicago” e “Taxa de Câmbio”, a partir das quais se estipularam cenários de preços futuros para soja, milho e trigo com a aplicação da metodologia ARIMAX.

Realizada a análise externa, fez-se o levantamento de informações financeiras da propriedade rural, sendo expresso o fluxo de caixa global e o custo de produção individual das culturas da soja, milho e trigo.

Com todos os dados determinados, formularam-se estratégias de comercialização de grãos integrando projeções de preços futuros (ambiente externo) com as características e necessidades financeiras específicas das atividades produtivas (ambiente interno), mitigando riscos e melhorando o desempenho econômico da propriedade rural.

Por fim, fez-se a avaliação do resultado do método de precificação proposto ao comparar as estimativas de preços do método ARIMAX com os valores reais de venda e das estratégias de comercialização ao verificar a ocorrência de incremento de receitas no fluxo de caixa e a obtenção de maiores margens de lucro, ambos fornecendo *feedback* para melhorias contínuas na análise do ambiente externo e interno, cujas etapas serão mais bem descritas na seção seguinte.

3.4 APLICAÇÃO DA METODOLOGIA

3.4.1 Coleta dos Dados das Séries Temporais

O mercado de *commodities* agrícolas é influenciado por um conjunto de variáveis interdependentes, o que caracteriza sua alta complexidade e volatilidade. Conforme referencial teórico, os fundamentos de maior peso na precificação de grãos são a Bolsa de Chicago (CBOT) e o Câmbio (US\$/R\$), variáveis escolhidas neste trabalho para terem suas séries temporais analisadas.

Uma série temporal pode ser compreendida como uma sequência de observações de um dado contínuo e registrado em períodos sucessivos ao longo do tempo, formando uma série histórica que expressa o comportamento de determinada variável, indicando movimentos cíclicos, sazonais e de tendência que contribuem para análises futuras (Gomes, 1989).

Desta forma, avaliaram-se as séries temporais da Bolsa de Chicago (CBOT) para as culturas de soja, milho e trigo e as movimentações da taxa de câmbio no período de 01 de junho de 2000 a 31 de maio de 2024, o qual compreende um ano agrícola completo para as culturas

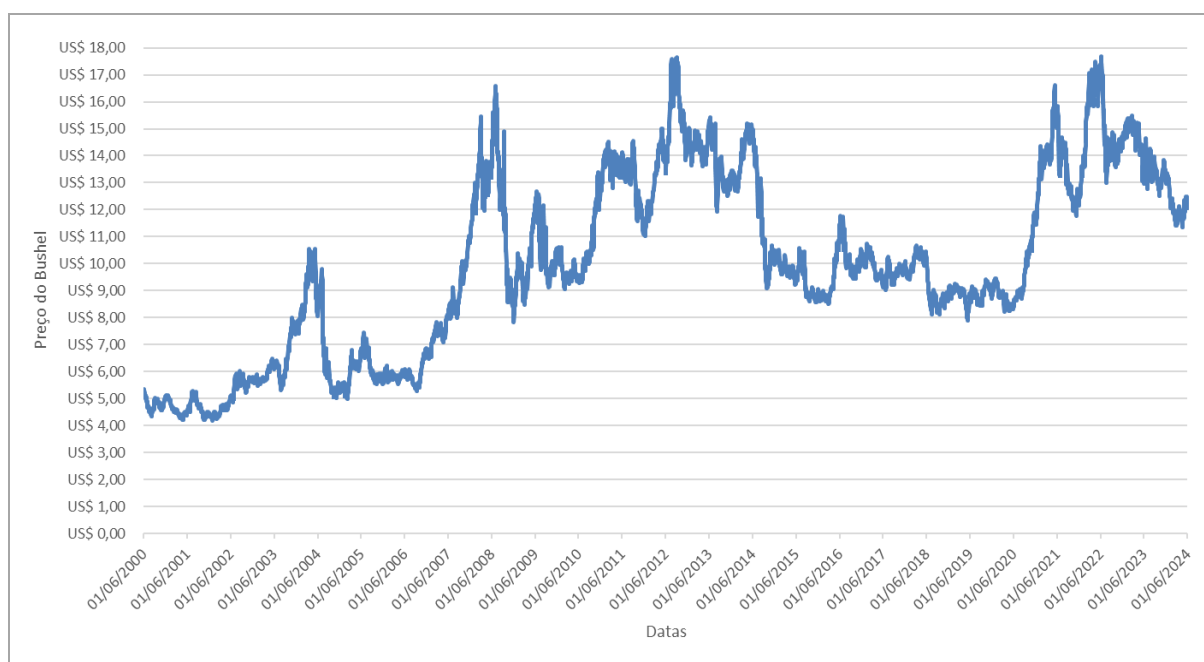
de grãos na região, ou seja, o início da safra de inverno no mês de junho e a colheita da safra de verão em maio do ano seguinte. Para análise desta série temporal, consideraram-se os valores diários de fechamento das cotações na CBOT para identificar seus comportamentos ao longo do tempo e as características necessárias para utilização do método ARIMAX.

3.4.1.1 Bolsa de Chicago (CBOT)

No período analisado, percebe-se oscilação nos valores das *commodities* agrícolas estudadas, o que sugere que a análise gráfica pode fornecer informações importantes para previsões futuras.

Para a soja, os preços internacionais variaram de US\$4,18/bushel a US\$17,19/bushel, conforme Gráfico 1, o que representa uma variação máxima de 311,24% no período analisado.

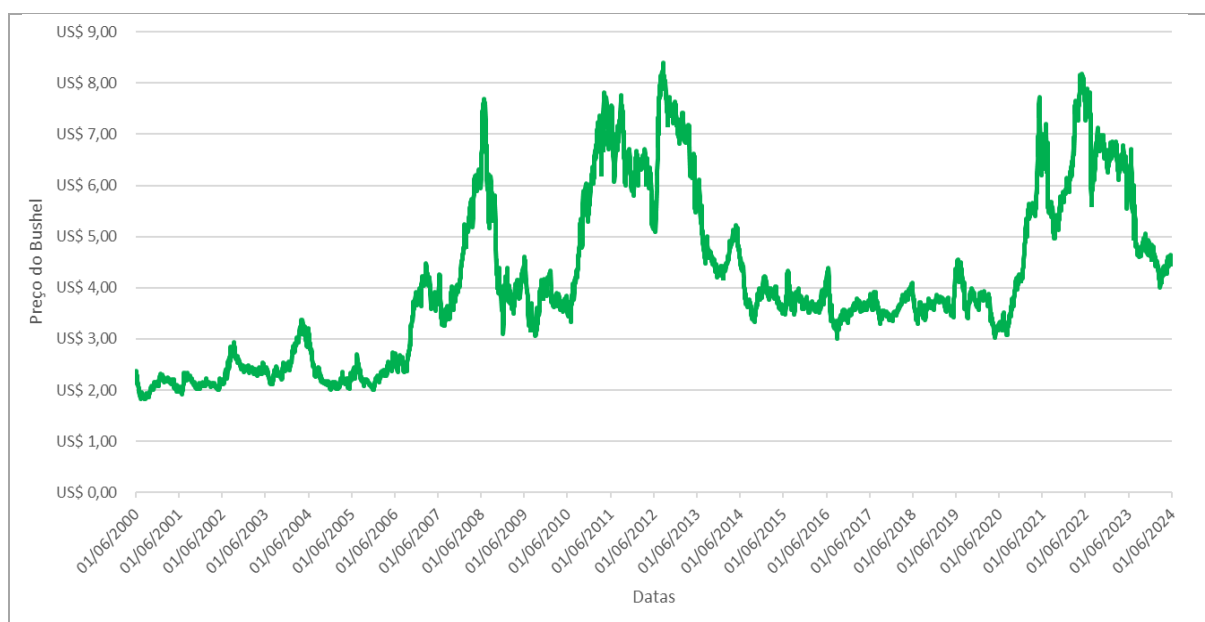
Gráfico 1 – Cotações internacionais da soja na CBOT de 01/06/2000 a 31/05/2024



Fonte: Elaborado pelo autor com base em dados da Investing (2024).

Olhando os dados do milho constantes no Gráfico 2, percebe-se oscilação de preços na faixa de US\$1,83/bushel a US\$8,39/bushel, com uma variação de 358,47% entre a cotação mínima e máxima.

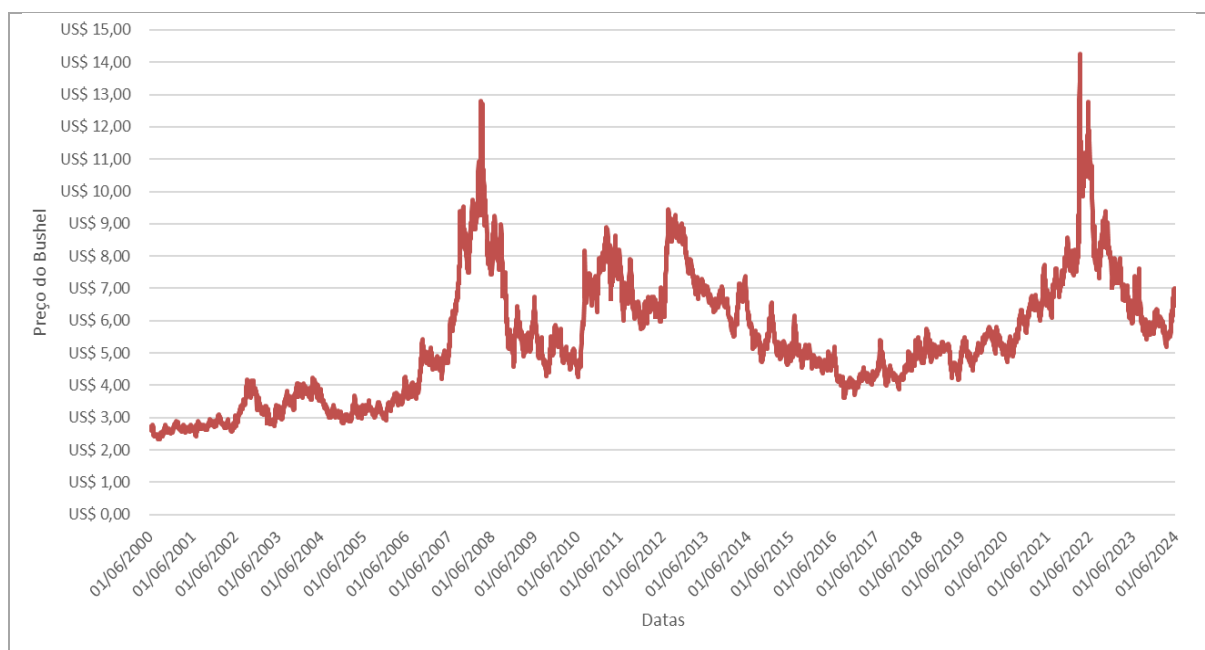
Gráfico 2 – Cotações internacionais do milho na CBOT de 01/06/2000 a 31/05/2024



Fonte: Elaborado pelo autor com base em dados da Investing (2024).

Por sua vez, no trigo os preços variaram de US\$2,34/bushel a US\$14,25/bushel, como verificado no Gráfico 3, ou seja, uma oscilação de 508,97% dentro do período descrito.

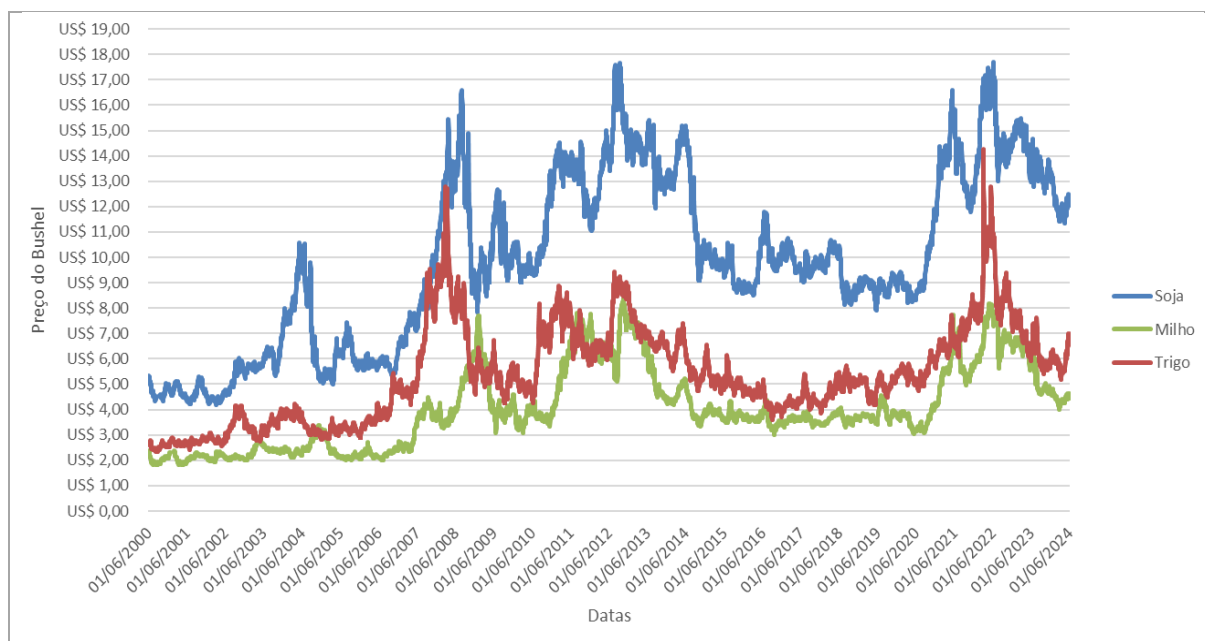
Gráfico 3 – Cotações internacionais do trigo na CBOT de 01/06/2000 a 31/05/2024



Fonte: Elaborado pelo autor com base em dados da Investing (2024).

Para efeito de comparação, apresenta-se no Gráfico 4 as curvas das cotações de soja, milho e trigo sobrepostas, a fim de avaliar possíveis comportamentos semelhantes e/ou distintos ao longo do tempo.

Gráfico 4 – Cotações internacionais dos grãos na CBOT de 01/06/2000 a 31/05/2024



Fonte: Elaborado pelo autor com base em dados da Investing (2024).

3.4.1.2 Câmbio

Da mesma forma que as cotações na Bolsa de Chicago, o dólar apresenta volatilidade em relação ao real, com mínima de R\$1,54/US\$ e máxima de R\$5,89/US\$ e uma variação de 282,47%, como apresentado no Gráfico 5.

Gráfico 5 – Cotações do dólar frente ao real de 01/06/2000 a 31/05/2024



Fonte: Elaborado pelo autor com base em dados da Investing (2024).

3.4.2 Previsão de Preços Futuros por ARIMAX

Determinadas as variáveis de estudo (CBOT e câmbio), detalham-se as etapas para a parametrização das séries temporais, a aplicação do método ARIMAX e a construção dos cenários de preços futuros dos grãos. O trabalho foi conduzido no programa estatístico EViews 12 Student Version, *software* gratuito e com foco em análises econométricas, seguindo tutorial de Maheta (2024).

3.4.2.1 Determinação de Estacionariedade e Normalidade das Séries Temporais

Para avaliar o comportamento futuro de séries temporais tem-se como pressuposto a estacionariedade e a normalidade das mesmas, ou seja, os valores ao longo do tempo devem se encontrar com média constante e distribuição normal, sem tendências ou sazonalidades (Andrade, 2009).

A fim de verificar tais comportamentos, realizou-se no EViews 12 os testes de raiz unitária de Dickey-Fuller aumentado (ADF), incluindo como variáveis exógenas o intercepto (constante da equação) e a tendência, com a intenção de determinar a estacionariedade da série com nível de significância de 5% e a construção do gráfico de distribuição de frequências para avaliação da normalidade.

Entretanto, em séries históricas de preços, como as cotações de *commodities* agrícolas, encontram-se na maioria dos casos comportamentos sazonais, em função dos ciclos de produção, bem como tendências altistas ou baixistas ao longo do tempo, como destacado por Andrade (2009) e perceptível nos gráficos anteriormente apresentados, exigindo um processo de padronização dos valores das séries temporais.

3.4.2.2 Diferenciação das Séries Temporais

Para séries não estacionárias, o procedimento mais frequente a ser realizado é a diferenciação das mesmas, a qual consiste em eliminar as tendências ao calcular a variação entre valores consecutivos, comparando a diferença de cotações entre uma data específica e do dia anterior por meio de médias móveis diárias. De forma geral, aponta-se na literatura que uma diferenciação é o suficiente para tornar uma série estacionária e normal (Andrade, 2009).

No EViews 12, aplicou-se uma função específica para a diferenciação automática das séries e procedeu-se com a repetição dos testes de raiz unitária e de distribuição normal para comprovação de estacionariedade das novas séries temporais.

3.4.2.3 Aplicação do Método ARIMAX

Uma vez estacionárias as séries temporais, executou-se a metodologia ARIMAX com base nas cotações históricas de Chicago para as *commodities* soja, milho e trigo e acrescentando o dólar e sua variação como variável exógena, tendo em vista sua importância na precificação e na competitividade destes produtos agrícolas.

A determinação do modelo é feita por equação específica no EViews 12, relacionando as séries diferenciadas, a aplicação de uma constante, as ordens auto regressivas e de médias móveis e a influência da variável exógena presente e defasada.

Os modelos gerados são avaliados pelo R^2 , que representa o percentual da variação de preço da *commodity* que é explicado pelo ARIMAX, sendo que valores mais próximos de 1 indicam modelos mais ajustados à realidade, assim como a relevância estatística das variáveis e do modelo como um todo, com nível de significância de 5%.

3.4.2.4 Previsões de Preços Futuros

Obtendo modelos ARIMAX representativos da realidade e significativos estatisticamente, realizou-se a previsão de preços futuros para soja, milho e trigo para a safra posterior, ou seja, estimam-se as cotações para o período de 01 de junho de 2024 a 31 de maio de 2025 com base no comportamento de preços passados e na influência externa do dólar.

As previsões são feitas diretamente no EViews 12 utilizando dos coeficientes do ARIMAX para a construção gráfica das cotações futuras, sendo estas avaliadas pelos resíduos, que representam a diferença entre a estimativa do método e os preços reais, devendo os gráficos serem o mais semelhante possível, e pelo Erro Percentual Absoluto Médio (MAPE, em inglês), o qual indica, em porcentagem, o quanto o modelo se distancia na média da realidade.

3.4.3 Determinação dos Indicadores Financeiros Internos

Considerando o contexto interno de uma propriedade rural, avaliaram-se as características financeiras de cada cultura e do negócio como um todo, utilizando como indicadores a descrição do fluxo de caixa, apontando as necessidades de recursos ao longo do ano agrícola, e o levantamento do custo de produção dos diferentes sistemas produtivos.

3.4.3.1 Fluxo de Caixa

O fluxo de caixa apresentado considera a projeção das necessidades mensais de recursos financeiros da propriedade de junho de 2024 a maio de 2025. Os valores demonstrados na Tabela 1 foram convertidos por um índice a fim de preservar as informações reais do negócio, assim como os dados de entrada estão sem informações, uma vez que irão depender do planejamento de vendas de cada produto a ser determinado posteriormente.

Tabela 1 - Fluxo de caixa com os custos projetados da propriedade no período de junho/2024 a maio/2025

Período	Saldo Inicial	Entradas	Saídas	Saldo Final
Junho/2024	R\$ 6.000,00		-R\$ 14.000,00	-R\$ 8.000,00
Julho/2024	-R\$ 8.000,00		-R\$ 42.666,67	-R\$ 50.666,67
Agosto/2024	-R\$ 50.666,67		-R\$ 7.200,00	-R\$ 57.866,67
Setembro/2024	-R\$ 57.866,67		-R\$ 3.466,67	-R\$ 61.333,33
Outubro/2024	-R\$ 61.333,33		-R\$ 4.733,33	-R\$ 66.066,67
Novembro/2024	-R\$ 66.066,67		-R\$ 10.400,00	-R\$ 76.466,67
Dezembro/2024	-R\$ 76.466,67		-R\$ 2.400,00	-R\$ 78.866,67
Janeiro/2025	-R\$ 78.866,67		-R\$ 1.133,33	-R\$ 80.000,00
Fevereiro/2025	-R\$ 80.000,00		-R\$ 1.666,67	-R\$ 81.666,67
Março/2025	-R\$ 81.666,67		-R\$ 11.466,67	-R\$ 93.133,33
Abril/2025	-R\$ 93.133,33		-R\$ 28.000,00	-R\$ 121.133,33
Maio/2025	-R\$ 121.133,33		-R\$ 30.666,67	-R\$ 151.800,00

Fonte: Elaborado pelo autor com dados da empresa (2024).

Nesta lógica, o fluxo de caixa apresentado serve de parâmetro para tomada de decisão dos momentos de vendas conforme as necessidades de desembolso financeiro da propriedade, as quais consideram o custeio da lavoura, as despesas fixas e os custos de investimentos realizados.

3.4.3.2 Custos de Produção

Pertinente aos custos de produção, apresenta-se o custo médio de cada cultura por hectare e por saco no último ano agrícola (safra 2023-24), conforme Tabela 2.

Tabela 2 – Custos de produção da soja, milho e trigo na safra 2023-24

Cultura	Custos (R\$/ha)	Custos (R\$/saco)
Soja	R\$5.981,64	R\$115,08
Milho	R\$7.345,38	R\$66,64
Trigo	R\$4.148,66	R\$67,64

Fonte: Elaborado pelo autor com dados da empresa (2024).

Os custos de produção levantados possibilitam analisar a margem de lucro de cada cultura, fator decisivo na definição de qual *commodity* vender em cada período do ano, tendo em vista a relação momentânea entre seu preço de comercialização e seus custos produtivos, bem como para análise de quais sistemas produtivos trazem maior retorno para a propriedade.

3.4.4 Definição das Estratégias de Comercialização

Caracterizado o cenário externo de preços das *commodities* agrícolas e as condições econômicas da propriedade, formularam-se estratégias de comercialização levando em consideração o cumprimento das obrigações financeiras, a obtenção de margens de lucro das diferentes culturas e a maximização do desempenho financeiro global do negócio.

3.4.4.1 Vendas Conforme Necessidades de Caixa

Em uma análise mais simples e com foco no curto prazo, buscou-se definir o momento em que as vendas devem ser realizadas pensando em obter maiores preços (análise externa) e honrar os compromissos financeiros (análise interna). Desta forma, integra-se o cenário de preços do método ARIMAX com o fluxo de caixa da propriedade, mas não necessariamente obtendo as melhores margens.

3.4.4.2 Vendas Conforme Margem de Lucro

Buscando a máxima margem de lucro de cada cultura e o melhor desempenho dos sistemas de produção no ano agrícola (médio prazo), estabeleceram-se as janelas em que cada cultura possui a maior diferença entre seu valor de venda (análise externa) e os seus custos de produção por saco (análise interna), os quais também variam conforme os momentos de compras, os prazos de pagamento e as despesas financeiras. Nesta perspectiva, ocorre a integração das projeções de preços futuros com o acompanhamento dos custos de produção e o custo do capital, embora não se avalie a disponibilidade de caixa para a sustentação do negócio.

3.4.4.3 Plano de Vendas para Geração de Caixa e Maximização do Retorno Financeiro

Com o intuito de melhorar o desempenho econômico da propriedade no longo prazo, objetivou-se traçar períodos antecipados de venda para as diferentes culturas ao longo do ano agrícola para a obtenção de capital de giro frente às necessidades financeiras e otimizar a relação

receita-custo, tendo em vista que nem sempre o momento de ocorrência de maiores preços coincidirá com as obrigações da propriedade e/ou com o melhor período de aquisições/investimentos. Portanto, estabelece-se uma estratégia de vendas que integra as tendências de preços, as necessidades financeiras e a maximização do lucro, formando reservas para capital de giro e com maior probabilidade de efetuar vendas e compras mais assertivas.

3.4.5 Análise do Desempenho das Estratégias de Comercialização

Após a aplicação das diferentes estratégias de comercialização de grãos propostas neste trabalho, faz-se imprescindível um processo de *feedback* e avaliação do impacto destas em nível externo e nos resultados financeiros da empresa, seja comparando os preços de venda obtidos em relação aos cenários projetados pela ARIMAX, seja verificando o desempenho das estratégias de vendas nos indicadores financeiros da propriedade.

3.4.5.1 Análise da Metodologia de Precificação

A fim de verificar a eficiência do método ARIMAX para projeção de preços futuros no curto prazo, confrontou-se, graficamente, os cenários de cotações estipulados com os preços reais durante o período de 01 de junho de 2024 a 31 de maio de 2025, verificando se a aplicação do ARIMAX apresenta resultados condizentes com a realidade do mercado de *commodities* agrícolas.

3.4.5.2 Análise da Metodologia de Vendas

Em uma perspectiva interna, repetiram-se as estratégias de comercialização utilizando dos preços reais na safra 2024/25 para avaliar se ocorre a reincidência das melhorias obtidas no estudo sobre os indicadores financeiros, verificando a geração de receitas no fluxo de caixa, a disponibilidade de recursos para financiamento do negócio e as margens de lucro de cada cultura.

Por fim, essas análises em conjunto permitem avaliar a eficiência do método de previsão de preços e das estratégias estruturadas, corrigindo eventuais distorções na análise das variáveis de precificação e/ou no planejamento de vendas da propriedade e, portanto, melhorando continuamente as ferramentas de gestão e de comercialização estratégica na área de grãos e *commodities* agrícolas.

4 RESULTADOS

4.1 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

Neste capítulo apresentam-se os resultados obtidos no presente trabalho. Inicialmente, expõe-se a análise do mercado externo de *commodities* agrícolas por meio da aplicação do método ARIMAX nas séries temporais de soja, milho, trigo e dólar, resultando na confecção das curvas teóricas de preços dos grãos e seu ajuste para o ambiente local do estudo de caso, conforme descrito na Seção 4.2.

Na Seção 4.3, demonstra-se a compreensão do ambiente interno da propriedade rural frente aos cenários de preços futuros dos grãos, tendo como resultados a construção das estratégias de comercialização de curto, médio e longo prazo, visando maximizar o fluxo de caixa global e a rentabilidade individual de cada cultura.

Por sua vez, discorre-se na Seção 4.4 sobre a discussão dos resultados obtidos por esta dissertação, verificando a semelhança da curva de preços projetados com a curva de preços efetivos da soja, milho e trigo para o período de estudo, assim como analisando as particularidades e o impacto real das estratégias de comercialização no desempenho financeiro da propriedade rural.

De forma conclusiva, apontam-se as contribuições teóricas e práticas do estudo para a área de gestão e comercialização (Seção 4.5), as limitações percebidas ao longo do desenvolvimento da pesquisa (Seção 4.6) e possíveis sugestões de melhorias para aplicação em trabalhos futuros (Seção 4.7).

4.2 ANÁLISE DAS SÉRIES TEMPORAIS E PROJEÇÕES DE PREÇOS FUTUROS

Com as séries históricas de preços das *commodities* soja, milho e trigo na Bolsa de Chicago (CBOT) e da conversão do dólar em real já coletadas para o período de 01 de junho de 2000 a 31 de maio de 2024 (conforme Seção 3.4.1), realizou-se os testes de estacionariedade e de normalidade no EViews 12 (Seção 3.4.2.1). Para todas as variáveis os testes retornaram negativos com nível de significância de 5%, indicando, como previsto em literatura, que as séries temporais de cotações não são estacionárias.

Na Figura 2 demonstra-se os testes de estacionariedade para as variáveis soja, milho, trigo e dólar, o qual é efetuado por meio do teste de Dickey-Fuller Aumentado (*Augmented Dickey-Fuller Test Equation*) e tem a hipótese nula de que as variáveis têm raiz unitária (unit

root). Considerando o nível de significância de 5% (Prob* 0,0500, conforme resultados tabelados), aponta-se que as variáveis de estudo possuem valores superiores e, portanto, não são séries temporais estacionárias.

Figura 2 – Testes de estacionariedade para as cotações de soja, milho, trigo e dólar

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
Dependent Variable: D(SOJA)
Method: Least Squares
Date: 03/03/25 Time: 15:25
Sample (adjusted): 6/02/2000 5/31/2024
Included observations: 6266 after adjustments
Null Hypothesis: SOJA has a unit root
Exogenous: Constant, Linear Trend
Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=33)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-2.622241	0.2702
Test critical values:		
1% level	-3.959501	
5% level	-3.410521	
10% level	-3.127029	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
Dependent Variable: D(MILHO)
Method: Least Squares
Date: 03/03/25 Time: 15:26
Sample (adjusted): 6/02/2000 5/31/2024
Included observations: 6266 after adjustments
Null Hypothesis: MILHO has a unit root
Exogenous: Constant, Linear Trend
Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=33)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-2.427044	0.3653
Test critical values:		
1% level	-3.959501	
5% level	-3.410521	
10% level	-3.127029	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
Dependent Variable: D(TRIGO)
Method: Least Squares
Date: 03/03/25 Time: 15:27
Sample (adjusted): 6/08/2000 5/31/2024
Included observations: 6262 after adjustments
Null Hypothesis: TRIGO has a unit root
Exogenous: Constant, Linear Trend
Lag Length: 4 (Automatic - based on SIC, maxlag=33)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-3.109357	0.1041
Test critical values:		
1% level	-3.959502	
5% level	-3.410521	
10% level	-3.127030	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
Dependent Variable: D(DOLAR)
Method: Least Squares
Date: 03/03/25 Time: 15:27
Sample (adjusted): 6/02/2000 5/31/2024
Included observations: 6266 after adjustments
Null Hypothesis: DOLAR has a unit root
Exogenous: Constant, Linear Trend
Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=33)

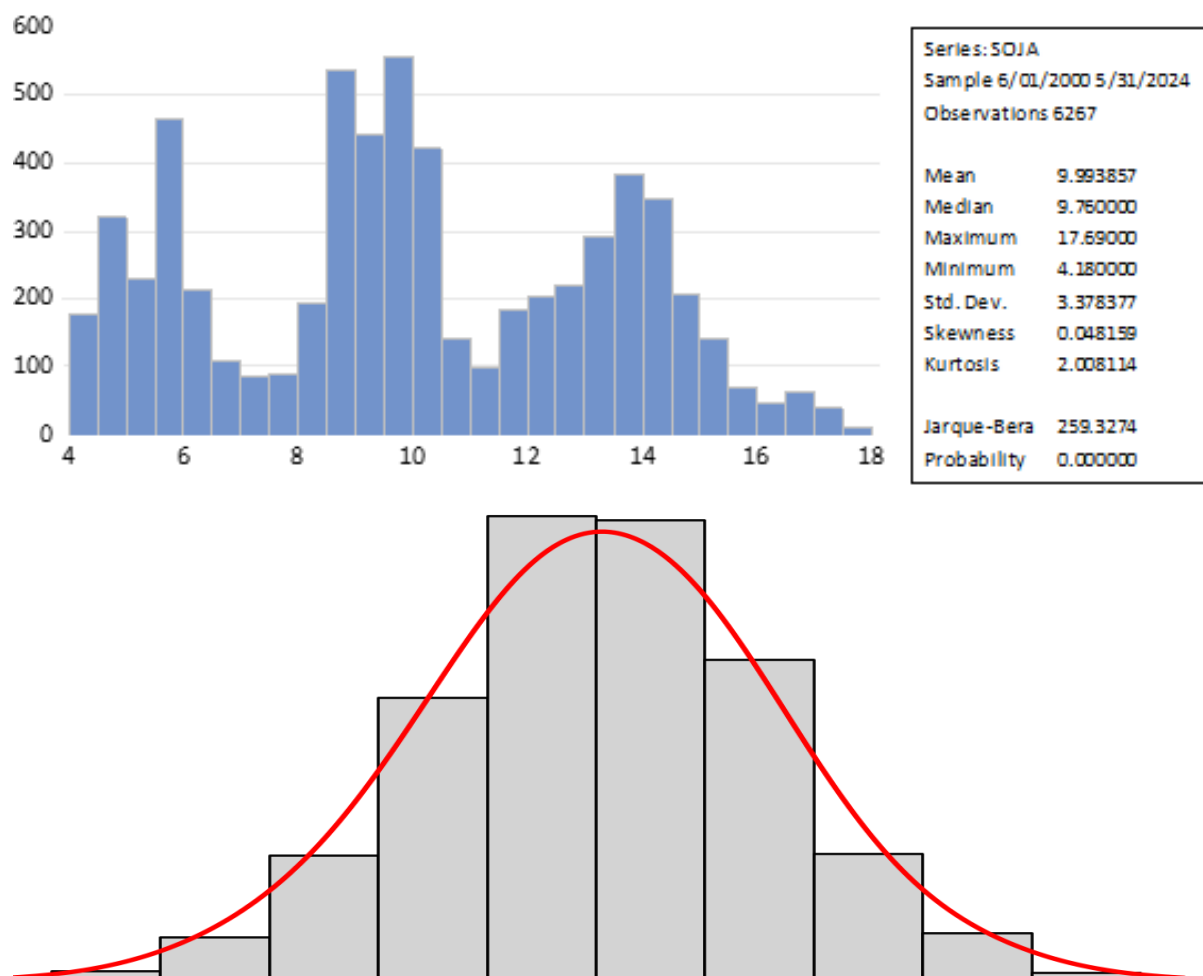
	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-1.618089	0.7861
Test critical values:		
1% level	-3.959501	
5% level	-3.410521	
10% level	-3.127029	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Fonte: Elaborado pelo autor no EViews 12 (2025).

Na Figura 3 apresenta-se o gráfico de distribuição de frequências das cotações de soja como modelo, o qual se repete para as variáveis milho, trigo e dólar, bem como uma curva Normal teórica, apontando que as cotações analisadas não apresentam um valor médio central e nem desvios padrões simétricos, ou seja, possuem comportamentos variáveis de preços ao longo do tempo e, portanto, não estacionários.

Figura 3 – Gráfico de distribuição de frequências para a cotação da soja em relação a curva Normal teórica



Fonte: Elaborado pelo autor no EViews 12 (2025).

Por conseguinte, procedeu-se a diferenciação das séries, por meio da função própria da ferramenta EViews 12, como descrito na Seção 3.4.2.2 e demonstrado na Figura 4, na qual destaca-se a “equação” utilizada no *software* para geração automática das séries diferenciadas e a explicação de cada termo.

Figura 4 – Função para diferenciação das séries de preços da soja, milho, trigo e dólar

Command	
<pre> genr difsoja=d(soja,1) genr difmilho=d(milho,1) genr diftrigo=d(trigo,1) genr difdolar=d(dolar,1) </pre>	genr - geração de variável dif__ - variável de saída (série diferenciada) d(__,1) - equação de diferenciação

Fonte: Elaborado pelo autor no EViews 12 (2025).

Com as séries diferenciadas, replica-se os testes de raiz unitária e o gráfico de distribuição de frequências, obtendo, como esperado, séries estacionárias com alto nível de confiança.

Na Figura 5 apresenta-se o novo teste de Dickey-Fuller Aumentado para as variáveis estudadas e percebe-se a ocorrência de valores de significância de 0,0001 (bem inferiores a Prob* 0,0500), evidenciando que as séries diferenciadas são estacionárias.

Figura 5 – Testes de estacionariedade para as séries diferenciadas de preços de soja, milho, trigo e dólar

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
Dependent Variable: D(DIFSOJA)
Method: Least Squares
Date: 03/03/25 Time: 16:08
Sample (adjusted): 6/05/2000 5/31/2024
Included observations: 6265 after adjustments
Null Hypothesis: DIFSOJA has a unit root
Exogenous: Constant, Linear Trend
Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=33)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-80.95048	0.0001
Test critical values:		
1% level	-3.959501	
5% level	-3.410521	
10% level	-3.127029	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
Dependent Variable: D(DIFMILHO)
Method: Least Squares
Date: 03/03/25 Time: 16:09
Sample (adjusted): 6/05/2000 5/31/2024
Included observations: 6265 after adjustments
Null Hypothesis: DIFMILHO has a unit root
Exogenous: Constant, Linear Trend
Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=33)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-77.54844	0.0001
Test critical values:		
1% level	-3.959501	
5% level	-3.410521	
10% level	-3.127029	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
Dependent Variable: D(DIFTRIGO)
Method: Least Squares
Date: 03/03/25 Time: 16:12
Sample (adjusted): 6/08/2000 5/31/2024
Included observations: 6262 after adjustments
Null Hypothesis: DIFTRIGO has a unit root
Exogenous: Constant, Linear Trend
Lag Length: 3 (Automatic - based on SIC, maxlag=33)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-43.96640	0.0000
Test critical values:		
1% level	-3.959502	
5% level	-3.410521	
10% level	-3.127030	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
Dependent Variable: D(DIFDOLAR)
Method: Least Squares
Date: 03/03/25 Time: 16:13
Sample (adjusted): 6/05/2000 5/31/2024
Included observations: 6265 after adjustments
Null Hypothesis: DIFDOLAR has a unit root
Exogenous: Constant, Linear Trend
Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=33)

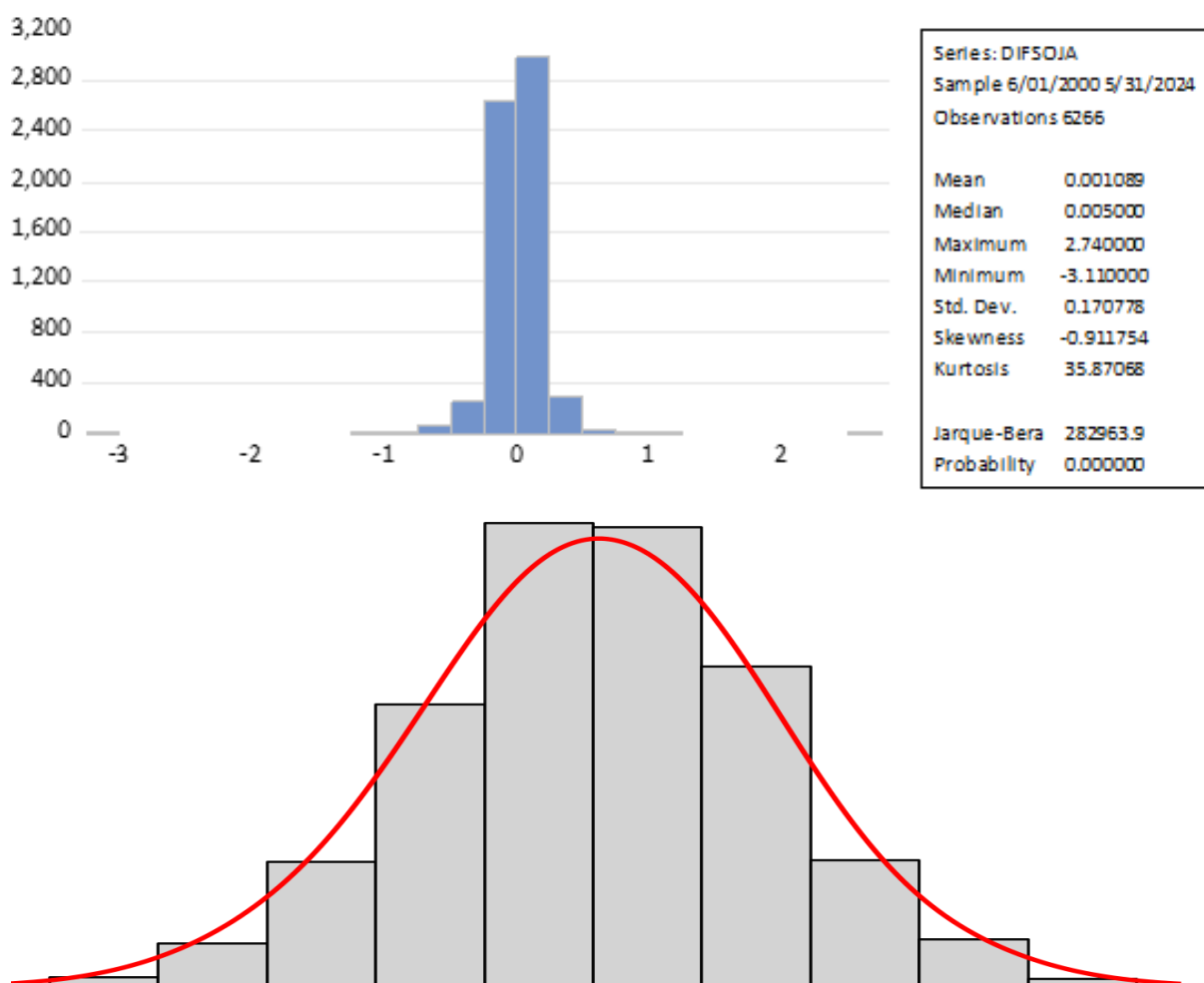
	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-82.03401	0.0001
Test critical values:		
1% level	-3.959501	
5% level	-3.410521	
10% level	-3.127029	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Fonte: Elaborado pelo autor no EViews 12 (2025).

Na Figura 6 tem-se a distribuição de frequências dos preços diferenciados da soja, os quais novamente se assemelham às séries diferenciadas das demais variáveis, e sua comparação com a curva Normal teórica, desta vez apresentando comportamento normal e, portanto, estacionário.

Figura 6 – Gráfico de distribuição de frequências para a cotação diferenciada da soja em relação a curva Normal teórica.



Fonte: Elaborado pelo autor no EViews 12 (2025).

Sabendo que as séries temporais diferenciadas são estacionárias, aplicou-se função para estimação do ARIMAX no EViews 12 conforme Figura 7 (Seção 3.4.2.3). Esta função leva em consideração, para cada grão a ser analisado (soja, milho e trigo), a aplicação de uma constante (c), de ordens auto regressivas (ar(1)) e de médias móveis (ma(1)) de cada série diferenciada dos preços das *commodities* e dos valores do dólar atual (dolar) e do dólar defasado (dolar(-1), correspondente ao período anterior, neste caso, do dia anterior) como variáveis exógenas para

todo o período de dados coletados, ou seja, 01 de junho de 2000 (6/01/2000) a 31 de maio de 2024 (5/31/2024).

Figura 7 – Função para estimação do modelo ARIMAX para preços de soja, milho e trigo com base na influência do dólar no período de coleta de dados

Equation Estimation

Specification Options

Equation specification

Dependent variable followed by list of regressors including ARMA and PDL terms, OR an explicit equation like $Y=c(1)+c(2)*X$.

soja c ar(1) ma(1) dolar dolar(-1)

milho c ar(1) ma(1) dolar dolar(-1)

trigo c ar(1) ma(1) dolar dolar(-1)

Estimation settings

Method: LS - Least Squares (NLS and ARMA)

Sample: 6/01/2000 5/31/2024

OK Cancelar

Fonte: Elaborado pelo autor no EViews 12 (2025).

Os resultados obtidos após aplicação do ARIMAX são apresentados separados para cada cultura, ou seja, é analisado o desempenho do modelo na precificação da soja, do milho e do trigo.

Para a soja verifica-se que sua série histórica de preços apresenta a constante da equação (C) e as ordens auto regressivas (AR(1)) e de médias móveis (MA(1)) representativas para analisar o comportamento das cotações históricas (Prob. de 0,0000, inferior ao nível de significância de 0,0500). Entretanto, o coeficiente de médias móveis possui valor baixo (Coefficient de -0,0226) e, conseqüentemente, pouco impacto na previsão futura, ao passo que o dólar atual (DOLAR) e defasado (DOLAR(-1)) não são variáveis estatisticamente significativas para o período analisado (valores de significância de 0,9098 e 0,4188, respectivamente), conforme explicitado na Figura 8.

Figura 8 – Modelo ARIMAX para preços da soja no período de 01/06/2000 a 31/05/2024

Dependent Variable: SOJA				
Method: ARIMA Maximum Likelihood (OPG - BHHH)				
Date: 03/03/25 Time: 16:33				
Sample: 6/02/2000 5/31/2024				
Included observations: 6266				
Convergence achieved after 191 iterations				
Coefficient covariance computed using outer product of gradients				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	9.860161	1.670193	5.903604	0.0000
DOLAR	0.007393	0.065238	0.113325	0.9098
DOLAR(-1)	-0.052183	0.064535	-0.808591	0.4188
AR(1)	0.998811	0.000645	1548.698	0.0000
MA(1)	-0.022632	0.003744	-6.045733	0.0000
SIGMASQ	0.029128	0.000150	193.7606	0.0000
R-squared	0.997447	Mean dependent var	9.994618	
Adjusted R-squared	0.997445	S.D. dependent var	3.378110	
S.E. of regression	0.170751	Akaike info criterion	-0.695312	
Sum squared resid	182.5150	Schwarz criterion	-0.688855	
Log likelihood	2184.412	Hannan-Quinn criter.	-0.693074	
F-statistic	489174.9	Durbin-Watson stat	1.999110	
Prob(F-statistic)	0.000000			
Inverted AR Roots	1.00			
Inverted MA Roots	.02			

Fonte: Elaborado pelo autor no EViews 12 (2025).

Para a cultura do milho apresenta-se comportamento semelhante ao da soja, ou seja, a ocorrência de variáveis significativas dentro do modelo ARIMA (representadas pela constante C e pelas ordens auto regressivas AR(1) e de médias móveis MA(1), com Prob. inferior a 0,0500). Da mesma forma, tem-se um baixo coeficiente de médias móveis (Coefficient de 0,0224) e o dólar sem influência perceptível (Prob. de 0,9603 para o dólar e de 0,7274 para o dólar defasado), conforme Figura 9.

Figura 9 – Modelo ARIMAX para preços do milho no período de 01/06/2000 a 31/05/2024

Dependent Variable: MILHO				
Method: ARIMA Maximum Likelihood (OPG - BHHH)				
Date: 03/03/25 Time: 16:40				
Sample: 6/02/2000 5/31/2024				
Included observations: 6266				
Convergence achieved after 30 iterations				
Coefficient covariance computed using outer product of gradients				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	3.917912	0.900767	4.349529	0.0000
DOLAR	0.001378	0.027683	0.049767	0.9603
DOLAR(-1)	0.009984	0.028642	0.348590	0.7274
AR(1)	0.998527	0.000671	1487.146	0.0000
MA(1)	0.022441	0.007156	3.136241	0.0017
SIGMASQ	0.006932	4.24E-05	163.4200	0.0000
R-squared	0.997310	Mean dependent var	4.068764	
Adjusted R-squared	0.997308	S.D. dependent var	1.605464	
S.E. of regression	0.083297	Akaike info criterion	-2.130910	
Sum squared resid	43.43448	Schwarz criterion	-2.124454	
Log likelihood	6682.142	Hannan-Quinn criter.	-2.128673	
F-statistic	464218.2	Durbin-Watson stat	2.001101	
Prob(F-statistic)	0.000000			
Inverted AR Roots	1.00			
Inverted MA Roots	-.02			

Fonte: Elaborado pelo autor no EViews 12 (2025).

Analisando o trigo aponta-se o mesmo comportamento das demais *commodities* (variáveis C, AR(1) e MA(1) com Prob. menor que 0,0500), com a ordem de médias móveis apresentando um coeficiente baixo (Coefficient de -0,0120) e o dólar sem impacto na previsibilidade de preços (Prob. de 0,0912 para dólar e 0,8778 para dólar defasado), conforme Figura 10.

Figura 10 – Modelo ARIMAX para preços do trigo no período de 01/06/2000 a 31/05/2024

Dependent Variable: TRIGO				
Method: ARMA Maximum Likelihood (OPG - BHHH)				
Date: 03/03/25 Time: 16:45				
Sample: 6/02/2000 5/31/2024				
Included observations: 6266				
Convergence achieved after 130 iterations				
Coefficient covariance computed using outer product of gradients				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	5.618651	0.753445	7.457285	0.0000
DOLAR	-0.085321	0.050511	-1.689159	0.0912
DOLAR(-1)	-0.007786	0.050647	-0.153727	0.8778
AR(1)	0.997311	0.000612	1630.365	0.0000
MA(1)	-0.012077	0.003708	-3.256890	0.0011
SIGMASQ	0.020258	9.43E-05	214.9064	0.0000
R-squared	0.994250	Mean dependent var	5.399675	
Adjusted R-squared	0.994246	S.D. dependent var	1.877222	
S.E. of regression	0.142399	Akaike info criterion	-1.058578	
Sum squared resid	126.9373	Schwarz criterion	-1.052121	
Log likelihood	3322.524	Hannan-Quinn criter.	-1.056341	
F-statistic	216502.7	Durbin-Watson stat	1.999844	
Prob(F-statistic)	0.000000			
Inverted AR Roots	1.00			
Inverted MA Roots	.01			

Fonte: Elaborado pelo autor no EViews 12 (2025).

Percebe-se que o modelo não se mostrou efetivo para previsão de preços das *commodities* do estudo no período de tempo analisado, com variáveis de pouco impacto dentro da própria série temporal e sem significância do dólar como variável exógena. Este cenário pode ser explicado pela oscilação de cotações no longo prazo e uma evidente mudança de comportamento do mercado pós-pandemia, concluindo que séries muito longas e/ou antigas podem não ser representativas da atual conjuntura econômica.

Portanto, testou-se o modelo para diferentes intervalos de tempo, chegando aos resultados mais satisfatórios quando foi restringido o período de análise da série temporal para o ano agrícola mais recente, no caso a safra 2023/24, obtendo coeficientes mais expressivos e com maior significância estatística para todas as culturas.

No caso da soja, considerando a análise dos preços no período de 01 de junho de 2023 a 31 de maio de 2024, ocorre um maior impacto das médias móveis (MA(1)) da série histórica

(Coefficient subindo para -0,3257) e o dólar do dia anterior (DOLAR(-1)) torna-se significativo para análise dos preços (Prob. de 0,0014 e inferior ao nível de significância de 5%). Além disso, o coeficiente R^2 (Adjusted R-squared) é de 94,42% e confirma a semelhança do modelo com a realidade, conforme Figura 11 e explicado na Seção 3.4.2.3.

Figura 11 – Modelo ARIMAX para preços da soja no período de 01/06/2023 a 31/05/2024

Dependent Variable: SOJA				
Method: ARMA Maximum Likelihood (OPG - BHHH)				
Date: 03/03/25 Time: 16:58				
Sample: 6/01/2023 5/31/2024				
Included observations: 253				
Convergence achieved after 69 iterations				
Coefficient covariance computed using outer product of gradients				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	20.93742	2.592590	8.075870	0.0000
DOLAR	-0.568718	0.461628	-1.231985	0.2191
DOLAR(-1)	-1.068202	0.330974	-3.227452	0.0014
AR(1)	0.981300	0.015202	64.55031	0.0000
MA(1)	-0.325694	0.042022	-7.750511	0.0000
SIGMASQ	0.033494	0.001489	22.50075	0.0000
R-squared	0.945318	Mean dependent var		12.76657
Adjusted R-squared	0.944211	S.D. dependent var		0.784192
S.E. of regression	0.185224	Akaike info criterion		-0.500644
Sum squared resid	8.474082	Schwarz criterion		-0.416849
Log likelihood	69.33153	Hannan-Quinn criter.		-0.466931
F-statistic	853.9983	Durbin-Watson stat		1.909399
Prob(F-statistic)	0.000000			
Inverted AR Roots	.98			
Inverted MA Roots	.33			

Fonte: Elaborado pelo autor no EViews 12 (2025).

Para o milho, analisando o mesmo período, ocorre comportamento semelhante com o modelo ARIMAX, possuindo representatividade de seus coeficientes internos (médias móveis MA(1) aumentando o Coefficient para -0,2305) e do dólar defasado (DOLAR(-1)) para a previsão de preços futuros (Prob. de 0,0248), além de um ótimo ajuste com os preços reais representados pelo R^2 (Adjusted R-squared) de 95,95%, conforme Figura 12.

Figura 12 – Modelo ARIMAX para preços do milho no período de 01/06/2023 a 31/05/2024

Dependent Variable: MILHO				
Method: ARMA Maximum Likelihood (OPG - BHHH)				
Date: 03/03/25 Time: 17:08				
Sample: 6/01/2023 5/31/2024				
Included observations: 253				
Convergence achieved after 55 iterations				
Coefficient covariance computed using outer product of gradients				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	7.526495	1.695024	4.440347	0.0000
DOLAR	0.100018	0.244806	0.408559	0.6832
DOLAR(-1)	-0.607644	0.269117	-2.257918	0.0248
AR(1)	0.990916	0.009307	106.4675	0.0000
MA(1)	-0.230541	0.059070	-3.902829	0.0001
SIGMASQ	0.011045	0.000429	25.74844	0.0000
R-squared	0.960341	Mean dependent var	4.789773	
Adjusted R-squared	0.959538	S.D. dependent var	0.528782	
S.E. of regression	0.106366	Akaike info criterion	-1.606413	
Sum squared resid	2.794469	Schwarz criterion	-1.522618	
Log likelihood	209.2113	Hannan-Quinn criter.	-1.572699	
F-statistic	1196.210	Durbin-Watson stat	1.934158	
Prob(F-statistic)	0.000000			
Inverted AR Roots	.99			
Inverted MA Roots	.23			

Fonte: Elaborado pelo autor no EViews 12 (2025).

Por sua vez, o método ARIMAX para os preços do trigo na safra 2023/24 não apresentou resultados tão consistentes. A ordem de médias móveis (MA(1)) não se mostrou representativa para este período (Prob. de 0,7857) e nem o dólar defasado (DOLAR(-1)) com Prob. de 0,0719 que, embora tenha aumentado sua significância, ainda se encontra acima do nível de 5%. O R^2 (Adjusted R-squared) também é inferior ao das culturas da soja e milho, mas ainda elevado com 90,92%, conforme Figura 13. Mesmo que o modelo ARIMAX para o trigo não tenha o mesmo nível de eficiência obtido na soja e no milho, os melhores resultados também foram alcançados para o último ano agrícola (safra 2023-24) e, portanto, serão utilizados como base para a estimação de cotações futuras do grão.

Figura 13 – Modelo ARIMAX para preços do trigo no período de 01/06/2023 a 31/05/2024

Dependent Variable: TRIGO				
Method: ARMA Maximum Likelihood (OPG - BHHH)				
Date: 03/03/25 Time: 17:13				
Sample: 6/01/2023 5/31/2024				
Included observations: 253				
Convergence achieved after 22 iterations				
Coefficient covariance computed using outer product of gradients				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	8.474008	2.115191	4.006261	0.0001
DOLAR	-0.021983	0.314290	-0.069945	0.9443
DOLAR(-1)	-0.455858	0.252233	-1.807289	0.0719
AR(1)	0.952999	0.018008	52.92173	0.0000
MA(1)	0.016150	0.059324	0.272237	0.7857
SIGMASQ	0.019219	0.001314	14.62723	0.0000
R-squared	0.911010	Mean dependent var		6.042204
Adjusted R-squared	0.909209	S.D. dependent var		0.465651
S.E. of regression	0.140308	Akaike info criterion		-1.056962
Sum squared resid	4.862529	Schwarz criterion		-0.973166
Log likelihood	139.7056	Hannan-Quinn criter.		-1.023248
F-statistic	505.7191	Durbin-Watson stat		1.994927
Prob(F-statistic)	0.000000			
Inverted AR Roots	.95			
Inverted MA Roots	-.02			

Fonte: Elaborado pelo autor no EViews 12 (2025).

Tendo sido definidos os modelos ARIMAX mais ajustados para a realidade de precificação de cada *commodity*, é possível aplicar as previsões futuras para os preços da soja, milho e trigo que sejam mais condizentes com o mercado atual. Para tanto, deve-se incluir no modelo a previsão de dólar futuro no mesmo período de 01 de junho de 2024 a 31 de maio de 2025, tendo em vista que este constitui variável exógena e que serve de parâmetro para explicar as variações momentâneas das cotações das *commodities* além dos comportamentos intrínsecos de suas séries temporais.

A previsão das cotações futuras do dólar foi determinada pelas estimativas oficiais do Banco Central do Brasil (BCB) em 31 de maio de 2024, eliminando quaisquer informações e vieses posteriores a esta data, que corresponde ao limite da coleta dos dados das séries históricas, garantindo a confiabilidade da pesquisa e a estimação antecipada dos cenários de preços da soja, milho e trigo. Desta forma, apresenta-se na Tabela 3 os valores mensais projetados para o dólar pelo BCB (2025).

Tabela 3 – Projeção do BCB para as cotações do dólar no período de 01/06/2024 a 31/05/2025

Período	Dólar
Junho/2024	R\$5,25
Julho/2024	R\$5,27
Agosto/2024	R\$5,30
Setembro/2024	R\$5,40
Outubro/2024	R\$5,42
Novembro/2024	R\$5,35
Dezembro/2024	R\$5,30
Janeiro/2025	R\$5,32
Fevereiro/2025	R\$5,35
Março/2025	R\$5,35
Abril/2025	R\$5,40
Mai/2025	R\$5,40

Fonte: Elaborado pelo autor com base em dados do BCB (2025).

Como os dados são estimados mensalmente, realizou-se complementarmente uma interpolação entre os valores mensais para prever oscilações diárias. Acrescentando estes dados projetados na série histórica do dólar, aplicou-se novamente o método ARIMAX para soja, milho e trigo e, por meio da função de previsões do EViews 12, obteve-se as previsões futuras dos preços dos grãos para o período de 01 de junho de 2024 a 31 de maio de 2025.

Na Figura 14 exemplifica-se a tela de entrada dos dados para construção de curvas de preços futuros, na qual escolhe-se a variável (no exemplo, soja), o período de análise (6/01/2023 a 5/31/2025, englobando os dados históricos da safra passada e o período a ser estimado) e a apresentação dos dados presentes e futuros (Forecast & Actuals).

Figura 14 – Função para estimação de preços futuros dos grãos para o período de 01/06/2024 a 31/05/2025

Forecast

Forecast of
Equation: UNTITLED Series: SOJA

Series names
Forecast name: série futura
S.E. (optional):
GARCH(optional):

Forecast sample
6/01/2023 5/31/2025

Method
☒ Dynamic forecast
☐ Static forecast
☐ Structural (ignore ARMA)
☒ Coef uncertainty in S.E. calc
☐ Stochastic simulation
Repetitions: 1000
Failed reps prop. before halting: .02

Output
Graph: Forecast & Actuals
☒ Forecast evaluation

☒ Insert actuals for out-of-sample observations

OK Cancel

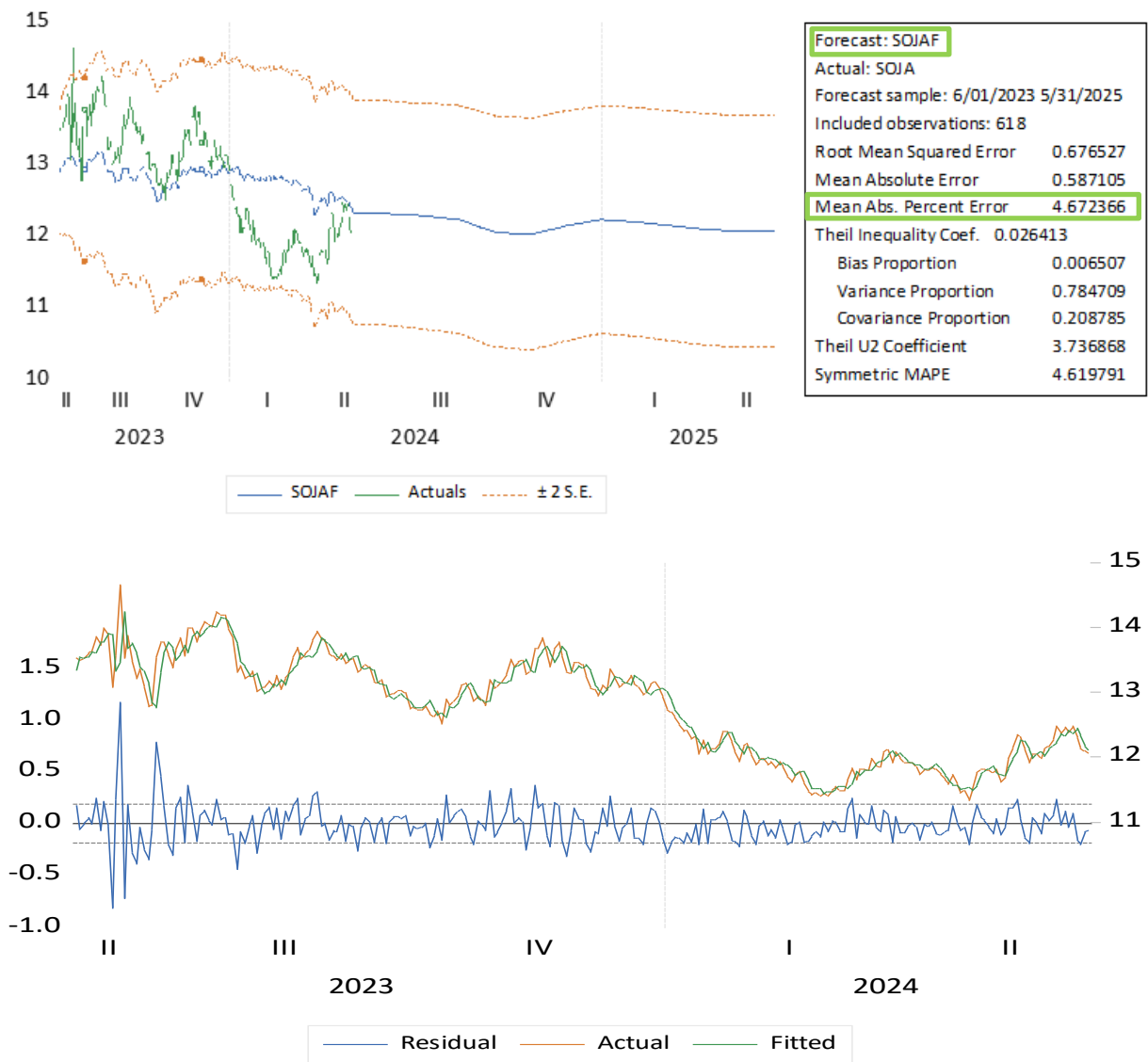
Fonte: Elaborado pelo autor no EViews 12 (2025).

Para a soja, a curva de preços futuros na CBOT apresentou resíduos com média próxima a zero e baixa variação, na faixa de $\pm 0,25$ desvios padrões, indicando bom ajuste do período de treinamento da amostra (safra 2023/24) com as previsões futuras (safra 2024/25). Referente aos preços, pressupõe-se uma baixa variação futura das cotações da soja no período de um ano agrícola, com leve tendência de baixa no segundo semestre de 2024 frente ao período passado e após estabilidade no cenário internacional, com um erro percentual absoluto médio de 4,67%. Percebe-se uma maior correlação entre as cotações internacionais da soja e do dólar, tendo em vista que a variação do câmbio influencia na competitividade do grão brasileiro e americano, principais produtores e exportadores do grão.

Tais resultados são expressos na Figura 15 e tem seu embasamento na Seção 3.4.2.4, demonstrando na parte superior a curva de preços reais do período anterior (gráfico verde em Actuals) e a projeção de preços futuros (gráfico azul em SOJAF), bem como o intervalo de cotações com margem de dois desvios padrões (gráfico laranja em ± 2 S.E.), além de destacar o erro percentual absoluto médio (Mean Abs. Percent Error) que evidencia o percentual de erro do modelo de estimação futuro. Na parte inferior, destaca-se os resíduos da equação (gráfico azul em Residual), que devem ser o mais próximo de zero para funções com menores distorções,

e a curva dos dados reais (gráfico laranja em Actual) e ajustados (gráfico verde em Fitted), que quanto mais sobrepostos representam maior ajuste do modelo com a realidade de mercado.

Figura 15 – Curva ARIMAX e distribuição de resíduos para cotações futuras da soja no período de 01/06/2024 a 31/05/2025

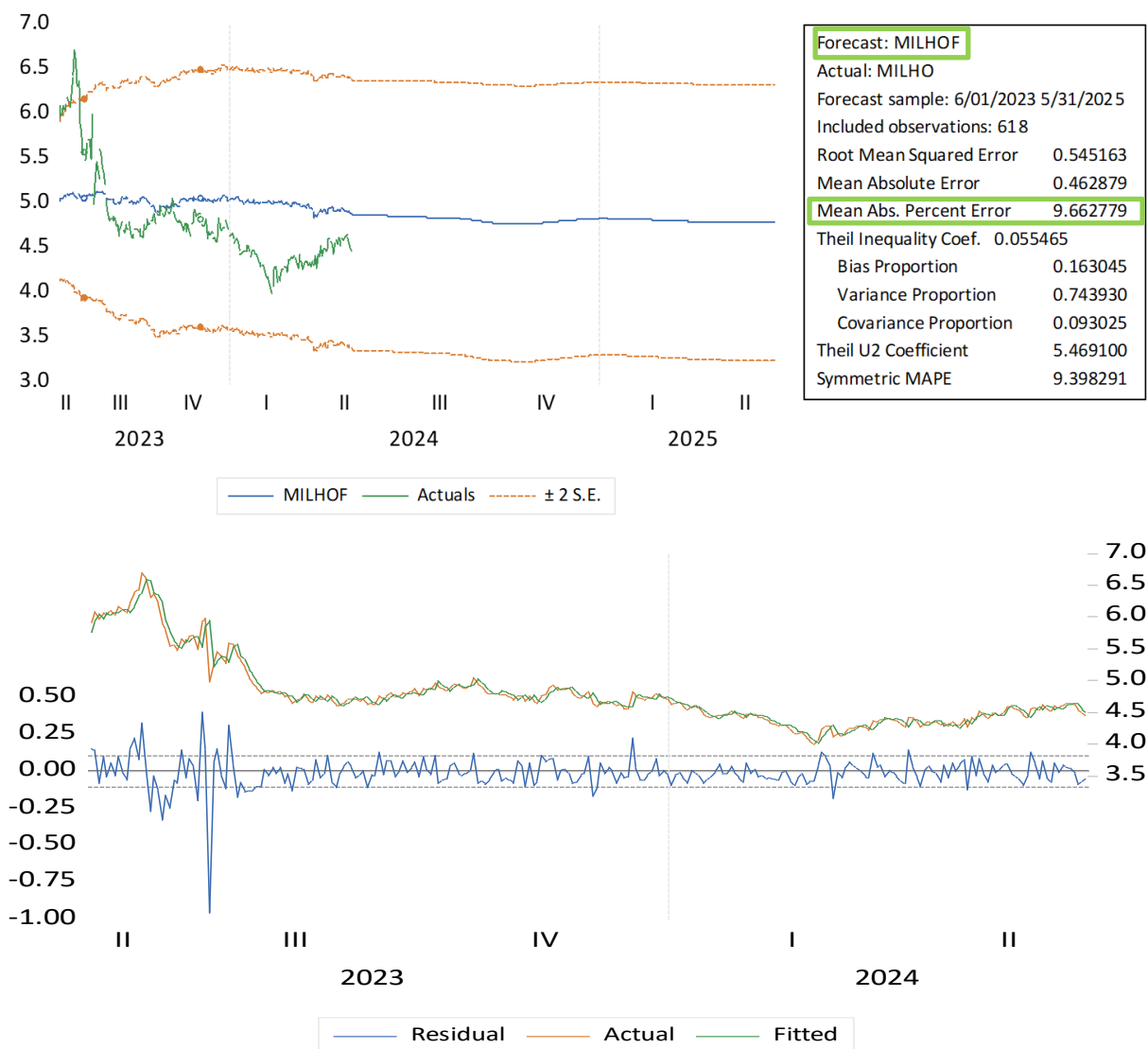


Fonte: Elaborado pelo autor no EViews 12 (2025).

No cenário do milho, demonstrado na Figura 16, repete-se o padrão da soja para os resíduos, com variações dentro do intervalo de $\pm 0,2$ desvios padrões e média próxima de zero (gráfico inferior azul para Residual). Os preços, por sua vez, apresentam uma tendência praticamente estável no mercado mundial em todo o período analisado (gráfico azul de cotações futuras para MILHOF), indicando uma menor correlação com o dólar, já identificável nos

baixos coeficientes do ARIMAX, enquanto a chance de erro é maior com um MAPE de 9,66% (Mean Abs. Percent Error).

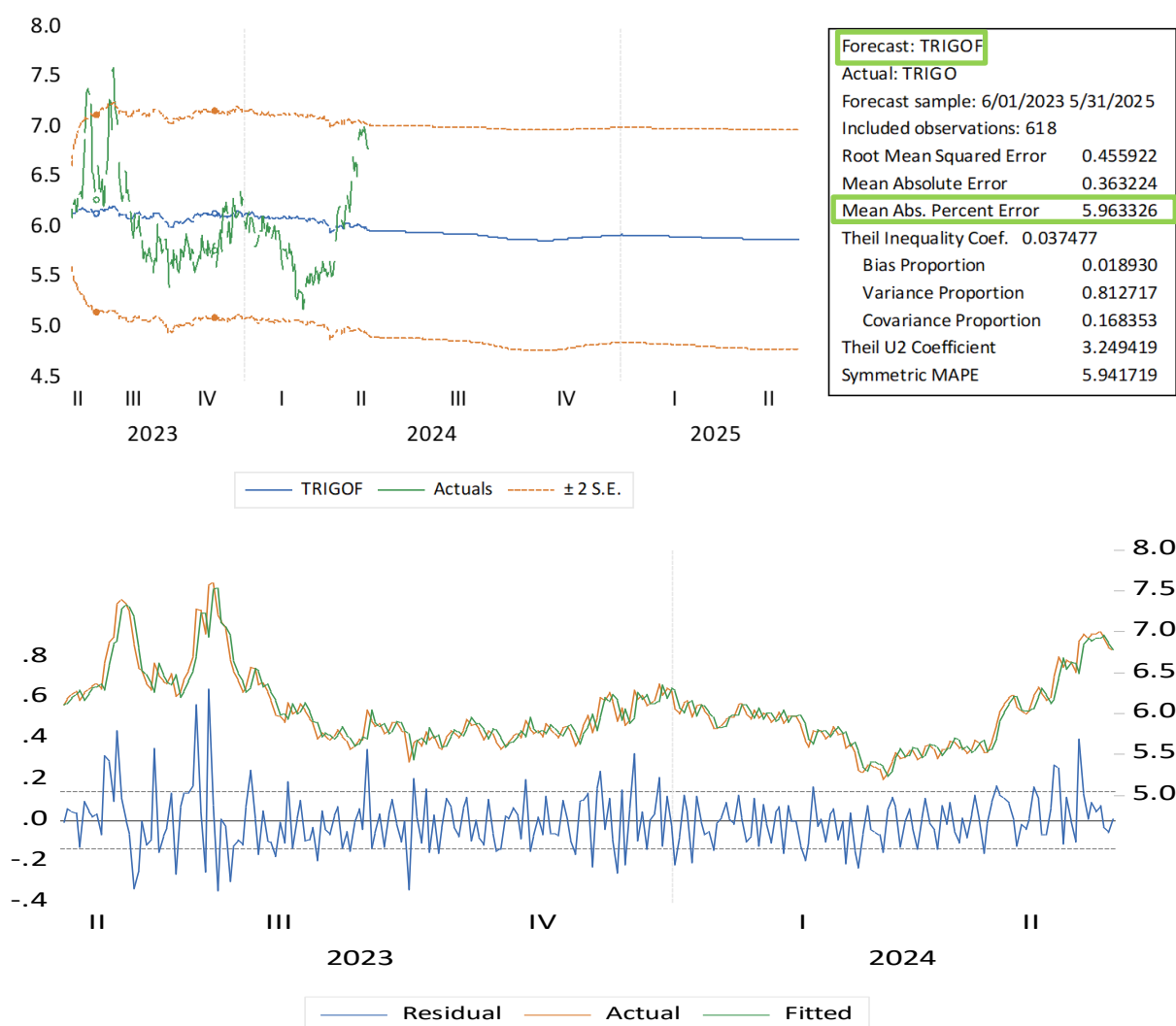
Figura 16 – Curva ARIMAX e distribuição de resíduos para cotações futuras do milho no período de 01/06/2024 a 31/05/2025



Fonte: Elaborado pelo autor no EViews 12 (2025).

Por fim, a cultura do trigo, conforme Figura 17, tem comportamento de preços na CBOT semelhantes ao milho, tanto nos resíduos que variam no intervalo de $\pm 0,15$ desvios padrões e apresentam-se ajustados à série histórica (gráficos inferiores), quanto nas cotações que se apresentam aproximadamente estáveis para a safra 2024/25 (curva de preços em azul para TRIGOF) e com um erro de 5,96% (Mean Abs. Percent Error), mostrando ser uma *commodity* menos influenciável pelas oscilações do dólar.

Figura 17 – Curva ARIMAX e distribuição de resíduos para cotações futuras do trigo no período de 01/06/2024 a 31/05/2025



Fonte: Elaborado pelo autor no EViews 12 (2025).

Como demonstrado, os cenários de cotações futuras para soja, milho e trigo pelo método ARIMAX apresentam bom desempenho teórico (baixo erro percentual e resíduos ajustados) e podem ser utilizados como base para a definição dos preços ao produtor rural. Para isso, tendo em vista que a CBOT e o câmbio não definem sozinhos o valor dos grãos “dentro” da propriedade, utilizou-se das cotações locais de cada produto fornecidas pela Cooperval (2025), empresa local e que trabalha com as *commodities* analisadas. Considerou-se o período de 01 de junho de 2023 a 31 de maio de 2024 para aplicar as oscilações percentuais positivas e negativas das séries futuras das *commodities* e do dólar a fim determinar o preço por saca da soja, milho e trigo, como apresentado no Gráfico 6, servindo de ferramenta para análise do ambiente externo e base para o desenvolvimento de estratégias de vendas nas propriedades rurais.

Gráfico 6 – Preços estimados da soja, milho e trigo na propriedade no período de 01/06/2024 a 31/05/2025



Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

4.3 FORMULAÇÃO DAS ESTRATÉGIAS DE COMERCIALIZAÇÃO

Após a aplicação da metodologia de precificação proposta (método ARIMAX) e a construção dos gráficos de preços da soja, milho e trigo em reais para o produtor rural na região de Vacaria e Muitos Capões/RS, determinaram-se as diferentes estratégias de comercialização com foco no curto, médio e longo prazo.

No curto prazo, define-se o planejamento de comercialização dos grãos com o objetivo de cumprir as obrigações financeiras da propriedade em estudo, as quais já foram previamente coletadas e sistematizadas em um fluxo de caixa mensal. Ou seja, as vendas são realizadas nos momentos em que ocorrem as necessidades de caixa, levando em consideração o preço de comercialização e o tempo médio de recebimento para cada cultura: três dias para a soja (podendo cumprir as obrigações dentro do mês da venda), um mês para o milho e três meses para o trigo.

Com o intuito de planejar as vendas mensalmente, calculou-se na Tabela 4 as cotações médias da soja, milho e trigo para cada período, tanto para coincidir com as necessidades de caixa, quanto para minimizar eventuais erros diários das estimativas de preços dos grãos ao trabalhar com análises para um ano agrícola.

Tabela 4 – Cotações médias mensais para soja, milho e trigo no período de 01/06/2024 a 31/05/2025

Período	Preços Médios		
	Soja	Milho	Trigo
Junho/2024	R\$ 134,90	R\$ 77,70	R\$ 76,05
Julho/2024	R\$ 135,92	R\$ 72,65	R\$ 76,65
Agosto/2024	R\$ 136,09	R\$ 69,08	R\$ 73,72
Setembro/2024	R\$ 135,66	R\$ 69,82	R\$ 72,59
Outubro/2024	R\$ 134,95	R\$ 70,86	R\$ 72,76
Novembro/2024	R\$ 136,08	R\$ 69,41	R\$ 72,33
Dezembro/2024	R\$ 133,65	R\$ 68,61	R\$ 74,10
Janeiro/2025	R\$ 129,80	R\$ 67,43	R\$ 73,42
Fevereiro/2025	R\$ 127,50	R\$ 65,78	R\$ 72,66
Março/2025	R\$ 128,99	R\$ 66,78	R\$ 70,76
Abril/2025	R\$ 129,98	R\$ 68,25	R\$ 73,90
Maio/2025	R\$ 132,72	R\$ 69,49	R\$ 79,09

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Uma vez calculadas as cotações mensais, apresenta-se na Tabela 5 as entradas monetárias para cada uma das *commodities* da propriedade, sendo estas convertidas pelo mesmo índice utilizado na coleta do saldo inicial de caixa e das saídas financeiras projetadas (Seção 3.4.3.1), assim como as sobras para cada cultura não comercializada, levando em consideração o preço ao final do período de estudo.

Tabela 5 – Plano de vendas conforme necessidade de caixa da propriedade no período de 01/06/2024 a 31/05/2025

Período	Saldo Inicial	Entradas Soja	Entradas Milho	Entradas Trigo	Saídas	Saldo Final
Junho/2024	R\$ 6.000,00	R\$ 8.094,00	-	-	-R\$ 14.000,00	R\$ 94,00
Julho/2024	R\$ 94,00	-	R\$ 43.512,00	-	-R\$ 42.666,67	R\$ 939,33
Agosto/2024	R\$ 939,33	R\$ 4.536,33	R\$ 2.906,00	-	-R\$ 7.200,00	R\$ 1.181,67
Setembro/2024	R\$ 1.181,67	R\$ 3.436,72	-	-	-R\$ 3.466,67	R\$ 1.151,72
Outubro/2024	R\$ 1.151,72	R\$ 4.678,27	-	-	-R\$ 4.733,33	R\$ 1.096,65
Novembro/2024	R\$ 1.096,65	R\$ 10.432,80	-	-	-R\$ 10.400,00	R\$ 1.129,45
Dezembro/2024	R\$ 1.129,45	R\$ 2.316,60	-	-	-R\$ 2.400,00	R\$ 1.046,05
Janeiro/2025	R\$ 1.046,05	R\$ 1.124,93	-	-	-R\$ 1.133,33	R\$ 1.037,65
Fevereiro/2025	R\$ 1.037,65	R\$ 1.105,00	-	-	-R\$ 1.666,67	R\$ 475,99
Março/2025	R\$ 475,99	R\$ 11.523,11	-	-	-R\$ 11.466,67	R\$ 532,43
Abril/2025	R\$ 532,43	R\$ 28.595,60	-	-	-R\$ 28.000,00	R\$ 1.128,03
Maio/2025	R\$ 1.128,03	R\$ 30.968,00	-	-	-R\$ 30.666,67	R\$ 1.429,36

Culturas	Saldo em 31/05/2025
Soja	R\$ 7.874,72
Milho	R\$ 0,00
Trigo	R\$ 13.708,93

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Analisando os resultados apresentados, aponta-se que as vendas foram planejadas estritamente para cumprir as necessidades de caixa do período, mantendo um saldo positivo relativamente baixo ao final de cada período frente às saídas projetadas. A soja, por ter maior liquidez, teve suas vendas distribuídas ao longo do ano agrícola; o milho será comercializado integralmente nos meses de junho e julho de 2024 (com recebimento nos meses de julho e agosto do mesmo ano, respectivamente) ao considerar uma expectativa de forte queda nos preços; e o trigo, por ter a maior cotação prevista para maio de 2025, terá sua comercialização realizada posteriormente.

Portanto, o plano de comercialização estruturado com base no fluxo de caixa da propriedade e nas cotações médias mensais de soja, milho e trigo demonstrou-se efetivo na

interpretação de honrar os compromissos financeiros no curto prazo, pois em todos os meses obteve-se saldos finais positivos, bem como manteve-se estoque a ser comercializado no próximo ano agrícola.

Por sua vez, com o intuito de maximizar as margens de lucro, considerou-se os custos médios de produção das culturas da soja, milho e trigo para a propriedade rural em análise, buscando entender o momento de venda com maior retorno real do capital investido. Para isso, além de cruzar unicamente os preços médios estimados de venda com os custos de produção das *commodities*, deve-se incluir as despesas financeiras de “carregamento dos estoques”, as quais representam o valor que se deixa de ganhar ao manter o produto parado, seja pelos ganhos em aplicações bancárias, seja pelos possíveis descontos em compras e/ou pagamentos antecipados de insumos.

Nesta perspectiva, utilizou-se como taxa de juros para o período o percentual de 12% ao ano, o qual é praticado para contratações de operações rurais no Plano Safra 2024/25 para a categoria de demais produtores/empresarial (Ministério da Agricultura e Pecuária, 2024), sendo a taxa que mais se assemelha aos valores praticados no mercado financeiro e que baliza os agentes da cadeia do agronegócio. Com isto, constrói-se projeção de preços corrigidos por uma taxa de 1% ao mês até maio de 2025, os quais são comparados com os valores correntes na Tabela 6.

Tabela 6 – Cotações médias mensais e corrigidas por juros para soja, milho e trigo no período de 01/06/2024 a 31/05/2025

Período	Preços Médios					
	Soja		Milho		Trigo	
	Corrente	Corrigido	Corrente	Corrigido	Corrente	Corrigido
Junho/2024	R\$ 134,90	R\$ 150,50	R\$ 77,70	R\$ 86,69	R\$ 76,05	R\$ 84,85
Julho/2024	R\$ 135,92	R\$ 150,14	R\$ 72,65	R\$ 80,25	R\$ 76,65	R\$ 84,67
Agosto/2024	R\$ 136,09	R\$ 148,84	R\$ 69,08	R\$ 75,55	R\$ 73,72	R\$ 80,63
Setembro/2024	R\$ 135,66	R\$ 146,90	R\$ 69,82	R\$ 75,61	R\$ 72,59	R\$ 78,60
Outubro/2024	R\$ 134,95	R\$ 144,68	R\$ 70,86	R\$ 75,97	R\$ 72,76	R\$ 78,01
Novembro/2024	R\$ 136,08	R\$ 144,45	R\$ 69,41	R\$ 73,68	R\$ 72,33	R\$ 76,78
Dezembro/2024	R\$ 133,65	R\$ 140,47	R\$ 68,61	R\$ 72,11	R\$ 74,10	R\$ 77,88
Janeiro/2025	R\$ 129,80	R\$ 135,07	R\$ 67,43	R\$ 70,17	R\$ 73,42	R\$ 76,40
Fevereiro/2025	R\$ 127,50	R\$ 131,36	R\$ 65,78	R\$ 67,77	R\$ 72,66	R\$ 74,86
Março/2025	R\$ 128,99	R\$ 131,58	R\$ 66,78	R\$ 68,12	R\$ 70,76	R\$ 72,18
Abril/2025	R\$ 129,98	R\$ 131,28	R\$ 68,25	R\$ 68,93	R\$ 73,90	R\$ 74,64
Mai/2025	R\$ 132,72	R\$ 132,72	R\$ 69,49	R\$ 69,49	R\$ 79,09	R\$ 79,09

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Percebe-se, após aplicação de taxa de juros de 1% ao mês, que a possibilidade de ganhos ao segurar os grãos estocados não compensa os benefícios financeiros, aqui entendidos como aplicações ou descontos nas aquisições, pois todos os compromissos assumidos com prazo pela propriedade têm um custo embutido. Isto ocorre uma vez que os maiores valores corrigidos encontram-se no início do ano agrícola para todas as culturas, com concentração nos meses de junho e julho de 2024, ao passo que vão decaindo ao longo de quase todo o período analisado. Logo, pensando em melhorar o desempenho financeiro da propriedade, os melhores momentos de venda não coincidem com os momentos de maiores cotações do mercado, em função destes não acompanharem o custo do capital em relação a atual taxa de juros.

Além disso, cruza-se os valores médios corrigidos da soja, milho e trigo com seus respectivos custos de produção (Seção 3.4.3.2), a fim de entender o potencial de retorno de cada cultura, como demonstrado na Tabela 7.

Tabela 7 – Relação entre preços corrigidos, custos de produção e margens de lucro percentuais para soja, milho e trigo no período de 01/06/2024 a 31/05/2025

Período	Culturas								
	Soja			Milho			Trigo		
	Preço corrigido	Custo médio	Margem de lucro	Preço corrigido	Custo médio	Margem de lucro	Preço corrigido	Custo médio	Margem de lucro
Junho/2024	R\$ 150,50	R\$115,08	30,78%	R\$ 86,69	R\$66,64	30,08%	R\$ 84,85	R\$67,64	25,44%
Julho/2024	R\$ 150,14	R\$115,08	30,47%	R\$ 80,25	R\$66,64	20,42%	R\$ 84,67	R\$67,64	25,12%
Agosto/2024	R\$ 148,84	R\$115,08	29,34%	R\$ 75,55	R\$66,64	13,37%	R\$ 80,63	R\$67,64	19,09%
Setembro/2024	R\$ 146,90	R\$115,08	27,65%	R\$ 75,61	R\$66,64	13,45%	R\$ 78,60	R\$67,64	16,06%
Outubro/2024	R\$ 144,68	R\$115,08	25,73%	R\$ 75,97	R\$66,64	14,00%	R\$ 78,01	R\$67,64	15,12%
Novembro/2024	R\$ 144,45	R\$115,08	25,52%	R\$ 73,68	R\$66,64	10,56%	R\$ 76,78	R\$67,64	13,26%
Dezembro/2024	R\$ 140,47	R\$115,08	22,06%	R\$ 72,11	R\$66,64	8,21%	R\$ 77,88	R\$67,64	14,83%
Janeiro/2025	R\$ 135,07	R\$115,08	17,37%	R\$ 70,17	R\$66,64	5,29%	R\$ 76,40	R\$67,64	12,60%
Fevereiro/2025	R\$ 131,36	R\$115,08	14,15%	R\$ 67,77	R\$66,64	1,70%	R\$ 74,86	R\$67,64	10,29%
Março/2025	R\$ 131,58	R\$115,08	14,34%	R\$ 68,12	R\$66,64	2,22%	R\$ 72,18	R\$67,64	6,29%
Abril/2025	R\$ 131,28	R\$115,08	14,08%	R\$ 68,93	R\$66,64	3,44%	R\$ 74,64	R\$67,64	9,86%
Mai/2025	R\$ 132,72	R\$115,08	15,33%	R\$ 69,49	R\$66,64	4,28%	R\$ 79,09	R\$67,64	16,36%

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Comparando os preços corrigidos dos grãos com os respectivos custos de produção, evidencia-se que em todos os momentos do ano as margens são positivas, indicando bom desempenho dos sistemas de produção de cada cultura na propriedade, com valores relevantes que chegam aos 30% para soja e milho e 25% para o trigo, demonstrando a possibilidade de realização de investimentos nestas atividades.

Por consequência, visando a máxima rentabilidade de um sistema de produção, deve-se analisar, além das cotações reais e momentâneas do mercado, o custo do capital ao longo do tempo e seus impactos nos custos de produção, sendo que o carregamento de estoques se torna economicamente viável quando supera a taxa de juros do mercado financeiro no período, fato que não ocorre para a safra 2024/25.

Por fim, para viabilizar a continuidade das atividades da propriedade simultaneamente ao crescimento do negócio, faz-se necessário definir estratégias de vendas que conciliem as necessidades de recursos, os custos de produção e o custo do capital.

Nesta visão mais ampla da propriedade, busca-se realizar a comercialização dos grãos nos picos de maior rentabilidade, com a melhor relação entre o valor recebido e os custos a serem cobertos, mas respeitando o cumprimento das obrigações financeiras, visto que nem sempre é possível esperar o momento ideal de venda em decorrência da necessidade de desembolsos frequentes para manutenção das atividades. Desta forma, deve-se verificar os

períodos em que é preciso “sacrificar” as margens de lucro para o pagamento das contas da propriedade, analisando qual cultura apresenta momentaneamente maior margem e/ou menor expectativa de aumento de cotações, efetuando sua comercialização para liquidar as obrigações de curto prazo e maximizando a geração de caixa e o retorno econômico das próximas vendas.

Trazendo esta concepção para o estudo de caso e comparando as informações anteriormente levantadas de fluxo de caixa da propriedade e de custos de produção da soja, milho e trigo, define-se novo planejamento de comercialização estratégica para o ano agrícola de 2024/25, acrescentando os ganhos em juros sobre o capital das vendas antecipadas, conforme Tabela 8.

Tabela 8 – Plano de vendas para geração de caixa e maximização da rentabilidade da propriedade no período de 01/06/2024 a 31/05/2025

Período	Saldo Inicial	Entradas Soja	Entradas Milho	Entradas Trigo	Saídas	Juros (1% am)	Saldo Final
Junho/2024	R\$ 6.000,00	R\$ 116.913,33	-	-	-R\$ 14.000,00	R\$ 60,00	R\$ 108.973,33
Julho/2024	R\$ 108.973,33	-	R\$ 46.620,00	-	-R\$ 42.666,67	R\$ 1.089,73	R\$ 114.016,40
Agosto/2024	R\$ 114.016,40	-	-	-	-R\$ 7.200,00	R\$ 1.140,16	R\$ 107.956,56
Setembro/2024	R\$ 107.956,56	-	-	R\$ 13.182,00	-R\$ 3.466,67	R\$ 1.079,57	R\$ 118.751,46
Outubro/2024	R\$ 118.751,46	-	-	-	-R\$ 4.733,33	R\$ 1.187,51	R\$ 115.205,64
Novembro/2024	R\$ 115.205,64	-	-	-	-R\$ 10.400,00	R\$ 1.152,06	R\$ 105.957,70
Dezembro/2024	R\$ 105.957,70	-	-	-	-R\$ 2.400,00	R\$ 1.059,58	R\$ 104.617,28
Janeiro/2025	R\$ 104.617,28	-	-	-	-R\$ 1.133,33	R\$ 1.046,17	R\$ 104.530,12
Fevereiro/2025	R\$ 104.530,12	-	-	-	-R\$ 1.666,67	R\$ 1.045,30	R\$ 103.908,75
Março/2025	R\$ 103.908,75	-	-	-	-R\$ 11.466,67	R\$ 1.039,09	R\$ 93.481,17
Abril/2025	R\$ 93.481,17	-	-	-	-R\$ 28.000,00	R\$ 934,81	R\$ 66.415,98
Maio/2025	R\$ 66.415,98	-	-	-	-R\$ 30.666,67	R\$ 664,16	R\$ 36.413,48

Culturas	Saldo em 31/05/2025
Soja	R\$ 0,00
Milho	R\$ 0,00
Trigo	R\$ 0,00

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Explorando o plano de vendas construído para o período de 01 de junho de 2024 a 31 de maio de 2025, verifica-se que os momentos de máximo retorno na comercialização dos grãos ocorrem no início do ano agrícola (após a colheita da safra de verão) em função da expectativa de queda nas cotações e um alto custo de carregamento dos estoques frente a taxa de juros. Evidencia-se, portanto, a necessidade de realizar as vendas antecipadas de soja, milho e trigo no mês de junho de 2024 e, com o capital em caixa, programar a alocação dos recursos excedentes em aplicações financeiras e/ou antecipações das compras e pagamentos.

Para a situação específica deste ano agrícola e do desempenho da propriedade rural, as estratégias de comercialização demonstraram-se simplificadas, uma vez que não se fez necessária a avaliação das margens de lucratividade em relação aos compromissos de caixa, pois optou-se pela comercialização de todas as culturas integralmente no início do período de estudo, formando reservas de caixa e aplicações para o pagamento das necessidades financeiras em seus vencimentos, além de maximizar a rentabilidade do negócio.

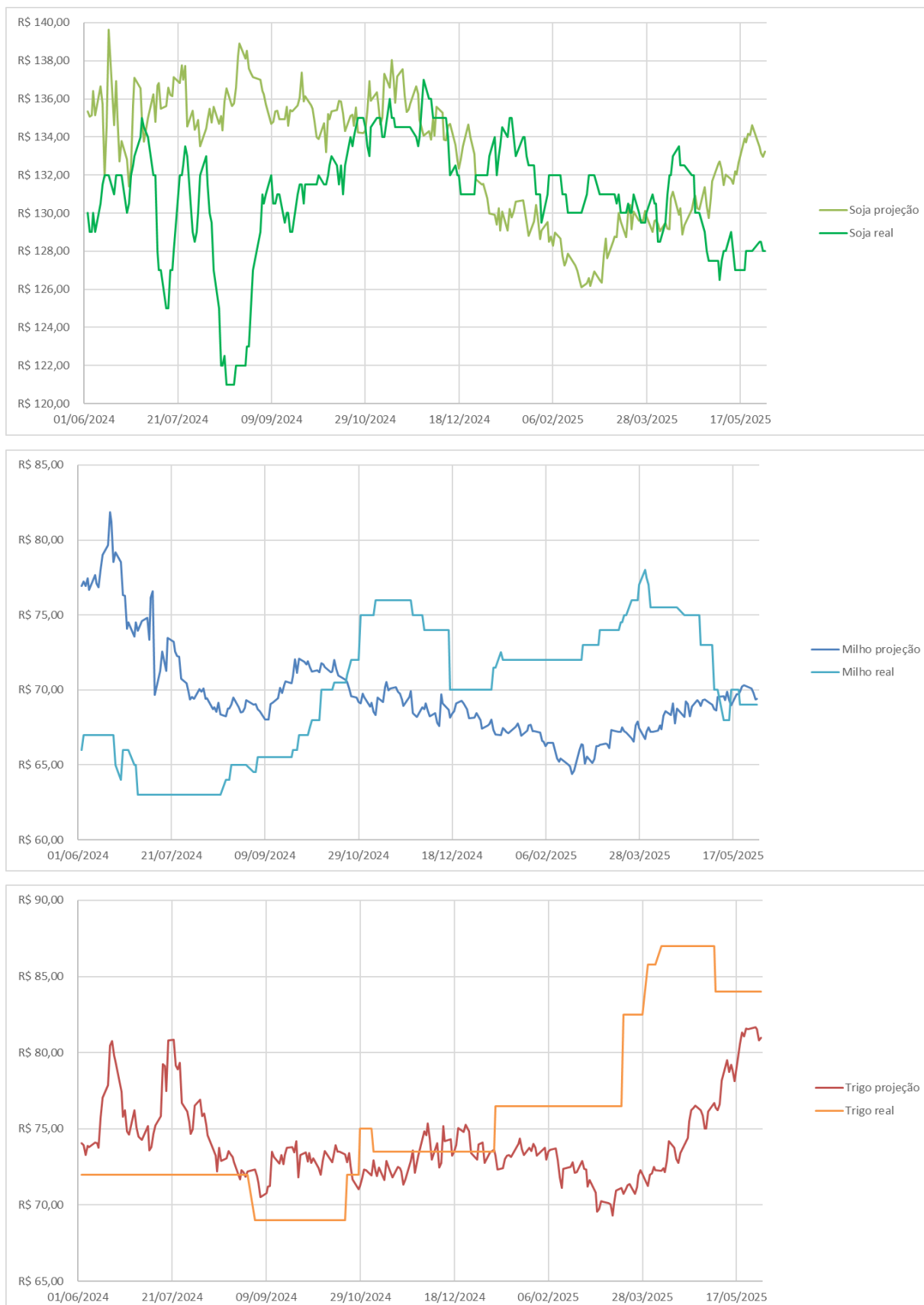
Em síntese, planos de vendas de longo prazo possibilitam uma melhor compreensão do mercado externo, com a estimação de tendências de preços das *commodities* e custos de carregamento dos estoques, bem como da realidade financeira da propriedade rural, com a determinação dos momentos de vendas de acordo com as necessidades de caixa e da rentabilidade de cada cultura, formando uma estrutura lógica e coesa para tomada de decisão estratégica na comercialização de soja, milho e trigo.

4.4 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

4.4.1 Eficiência do Método ARIMAX no Cenário de *Commodities* Agrícolas

A aplicação do método ARIMAX para as *commodities* soja, milho e trigo teve como resultado final a construção de gráficos de preços projetados para o próximo ano agrícola dentro da realidade de mercado da região de Vacaria e Muitos Capões, no Estado do Rio Grande do Sul. A fim de avaliar com maior precisão as previsões das cotações futuras, compararam-se as curvas de preços fornecidas pela metodologia e os preços reais de comercialização disponibilizados pela Cooperval (2025) no período de 01 de junho de 2024 a 31 de maio de 2025, conforme apresentado no Gráfico 7.

Gráfico 7 – Comparação entre preços projetados e reais para soja, milho e trigo no período de 01/06/2024 a 31/05/2025



Fonte: Elaborado pelo autor com base em dados da Cooperval (2025).

Analisando as cotações dos grãos, percebem-se discrepâncias nos preços projetados e reais para as três *commodities*, especialmente nos picos de alta e baixa, os quais se encontram em muitos momentos com comportamentos opostos, ou seja, as previsões pelo ARIMAX indicando elevação de preços enquanto o mercado local apresentou redução das cotações ou vice-versa.

Avaliando inicialmente as variáveis do método ARIMAX, aponta-se a diferença entre o dólar real e o dólar projetado ao longo do período de estudo, fator que pode ter gerado distorções na precificação das *commodities*. Apresenta-se na Tabela 9 os valores projetados, reais e a diferença percentual nas cotações mensais do dólar no período de 01/06/2024 a 31/05/2025.

Tabela 9 – Comparativo das cotações do dólar projetado e real no período de 01/06/2024 a 31/05/2025

Período	Dólar projetado	Dólar real	Diferença percentual
Junho/2024	R\$5,25	R\$5,40	+ 2,86%
Julho/2024	R\$5,27	R\$5,54	+ 5,12%
Agosto/2024	R\$5,30	R\$5,55	+ 4,72%
Setembro/2024	R\$5,40	R\$5,54	+ 2,60%
Outubro/2024	R\$5,42	R\$5,62	+ 3,70%
Novembro/2024	R\$5,35	R\$5,80	+ 8,41%
Dezembro/2024	R\$5,30	R\$6,11	+ 15,28%
Janeiro/2025	R\$5,32	R\$6,02	+ 13,16%
Fevereiro/2025	R\$5,35	R\$5,77	+ 7,85%
Março/2025	R\$5,35	R\$5,76	+ 7,66%
Abril/2025	R\$5,40	R\$5,78	+ 7,04%
Maió/2025	R\$5,40	R\$5,67	+ 5,00%

Fonte: Elaborado pelo autor com base em dados da Investing (2025).

Além disso, ao verificar as curvas individuais das cotações de cada grão, pode-se inferir a ocorrência de alterações nos fundamentos de precificação e, consequentemente, impactos no comportamento do mercado. Para a soja, observa-se uma pressão negativa para as cotações no período pós-safra, especialmente entre junho e outubro de 2024, coincidindo com as instabilidades provocadas pelas eleições americanas e suas relações comerciais com a China, elemento responsável pelo aumento da aversão ao risco e “fuga” de investidores do mercado

da soja, *commodity* mais demandada pelos chineses. Em contrapartida, no ano de 2025, de forma geral, os preços reais do grão nas regiões brasileiras encontraram-se superiores às projeções em decorrência de uma guerra comercial mais ampla entre Estados Unidos e China, vindo a favorecer as exportações brasileiras da soja e sustentando as cotações.

No mercado do milho, as projeções indicavam queda nas cotações em função da entrada da safrinha do Centro-Oeste brasileiro, situação que costuma ocorrer anualmente. Entretanto, em função de um clima mais seco e redução da produção da safrinha de milho, diminuiu-se a entrada de grãos de outras regiões, proporcionando a elevação das cotações do milho na Região Sul.

Para o trigo, os preços apresentaram-se abaixo das previsões até o final de 2024 em decorrência da péssima qualidade dos grãos gaúchos pelo excesso de chuvas na safra 2023/24, ao passo que no ano de 2025 houve elevação forte das cotações pela entrada da safra nova com qualidade superior, diminuindo a necessidade de compra de trigo de outros estados e estimulando os moinhos a pagar mais pelo produto local.

4.4.2 Impacto Financeiro das Estratégias de Comercialização na Propriedade Rural

Do ponto de vista da formulação de estratégias de comercialização dos grãos, construíram-se planejamentos de venda de curto, médio e longo prazo para a propriedade rural para a maximização do fluxo de caixa e das margens de lucro. Portanto, o impacto financeiro proporcionado pelas metodologias de comercialização estratégica foi avaliado com a replicação do método tendo como referência a média mensal dos preços reais da soja, milho e trigo no período de 01 de junho de 2024 a 31 de maio de 2025, os quais são apresentados na Tabela 10.

Tabela 10 – Preços médios mensais da soja, milho e trigo no período de 01/06/2024 a 31/05/2025

Período	Preços Médios		
	Soja	Milho	Trigo
Junho/2024	R\$ 131,10	R\$ 66,50	R\$ 72,00
Julho/2024	R\$ 130,23	R\$ 63,18	R\$ 72,00
Agosto/2024	R\$ 125,16	R\$ 63,77	R\$ 72,00
Setembro/2024	R\$ 130,58	R\$ 65,63	R\$ 69,00
Outubro/2024	R\$ 132,78	R\$ 70,07	R\$ 70,43
Novembro/2024	R\$ 134,68	R\$ 75,67	R\$ 73,65
Dezembro/2024	R\$ 133,12	R\$ 72,14	R\$ 73,50
Janeiro/2025	R\$ 132,93	R\$ 71,50	R\$ 75,79
Fevereiro/2025	R\$ 131,21	R\$ 72,16	R\$ 76,50
Março/2025	R\$ 130,45	R\$ 74,67	R\$ 79,51
Abril/2025	R\$ 130,71	R\$ 75,38	R\$ 86,77
Maio/2025	R\$ 127,74	R\$ 69,86	R\$ 84,43

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Para o curto prazo, monta-se o plano de vendas que deveria ser realizado para as culturas da soja, milho e trigo no período de 01 de junho de 2024 a 31 de maio de 2025 levando em consideração os valores de comercialização dos grãos, as necessidades momentâneas de caixa, os prazos médios de recebimento e as eventuais sobras de valores ao final da safra 2024/25. Destaca-se que foi utilizado do mesmo índice para conversão dos valores estipulado nas estratégias projetadas, com os resultados apresentados na Tabela 11.

Tabela 11 – Plano de vendas efetivas conforme necessidade de caixa da propriedade no período de 01/06/2024 a 31/05/2025

Período	Saldo Inicial	Entradas Soja	Entradas Milho	Entradas Trigo	Saídas	Saldo Final
Junho/2024	R\$ 6.000,00	R\$ 8.040,80	-	-	-R\$ 14.000,00	R\$ 40,80
Julho/2024	R\$ 40,80	R\$ 42.715,44	-	-	-R\$ 42.666,67	R\$ 89,57
Agosto/2024	R\$ 89,57	R\$ 7.175,84	-	-	-R\$ 7.200,00	R\$ 65,41
Setembro/2024	R\$ 65,41	R\$ 3.482,13	-	-	-R\$ 3.466,67	R\$ 80,88
Outubro/2024	R\$ 80,88	R\$ 4.691,56	-	-	-R\$ 4.733,33	R\$ 39,11
Novembro/2024	R\$ 39,11	R\$ 10.415,25	-	-	-R\$ 10.400,00	R\$ 54,36
Dezembro/2024	R\$ 54,36	-	R\$ 2.421,44	-	-R\$ 2.400,00	R\$ 75,80
Janeiro/2025	R\$ 75,80	R\$ 1.063,44	-	-	-R\$ 1.133,33	R\$ 5,91
Fevereiro/2025	R\$ 5,91	R\$ 1.661,99	-	-	-R\$ 1.666,67	R\$ 1,23
Março/2025	R\$ 1,23	R\$ 11.479,60	-	-	-R\$ 11.466,67	R\$ 14,17
Abril/2025	R\$ 14,17	R\$ 22.482,12	R\$ 5.525,58	-	-R\$ 28.000,00	R\$ 21,87
Maio/2025	R\$ 21,87	-	R\$ 37.237,72	-	-R\$ 30.666,67	R\$ 6.592,92

Culturas	Saldo em 31/05/2025
Soja	R\$ 0,00
Milho	R\$ 0,00
Trigo	R\$ 15.040,13

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Comparando a distribuição das vendas da estratégia projetada com o planejamento das vendas reais ao longo do ano agrícola, percebe-se a repetição do comportamento de comercialização de cada cultura, com a soja sendo comercializada em todo o período, com término do volume disponível em abril de 2025; o milho com as vendas nos picos de preços, que diferente do projetado ocorreram nos meses de novembro (R\$75,67) e abril (R\$75,38) da safra 2024/25, com uma parte do volume tendo que ser vendido em março para cobrir as despesas do mês seguinte; e as vendas de trigo ocorrendo em abril em função do mercado apresentar sua cotação máxima, ficando o recebimento posterior a 31 de maio de 2025.

Logo, no curto prazo, a estratégia de comercialização fundamentada na venda dos grãos para pagamento dos compromissos financeiros mostra-se eficiente e capaz de manter a liquidez da propriedade, sempre acompanhando as oscilações momentâneas de preços das *commodities*.

Fazendo as análises para o médio prazo, as quais comparam os preços de comercialização com os custos de produção e o custo do capital, calcula-se os preços reais corrigidos das *commodities* pela taxa de juros do Plano Safra 2024/25 de 12% ao ano e as margens de lucro atualizadas de cada cultura. Na Tabela 12, apresenta-se o comparativo entre

os preços médios corrigidos da soja, milho e trigo pelo custo do capital, os custos médios de produção e a variação das margens de lucro ao longo do ano agrícola.

Tabela 12 – Relação entre preços reais corrigidos, custos de produção e margens de lucro percentuais para soja, milho e trigo no período de 01/06/2024 a 31/05/2025

Período	Culturas								
	Soja			Milho			Trigo		
	Preço corrigido	Custo médio	Margem de lucro	Preço corrigido	Custo médio	Margem de lucro	Preço corrigido	Custo médio	Margem de lucro
Junho/2024	R\$ 146,26	R\$115,08	27,10%	R\$ 74,19	R\$66,64	11,33%	R\$ 80,33	R\$67,64	18,76%
Julho/2024	R\$ 143,85	R\$115,08	25,00%	R\$ 69,79	R\$66,64	4,73%	R\$ 79,53	R\$67,64	17,53%
Agosto/2024	R\$ 136,89	R\$115,08	18,95%	R\$ 69,74	R\$66,64	4,66%	R\$ 78,75	R\$67,64	16,32%
Setembro/2024	R\$ 141,40	R\$115,08	22,87%	R\$ 71,07	R\$66,64	6,64%	R\$ 74,72	R\$67,64	10,32%
Outubro/2024	R\$ 142,36	R\$115,08	23,70%	R\$ 75,12	R\$66,64	12,73%	R\$ 75,51	R\$67,64	11,44%
Novembro/2024	R\$ 142,97	R\$115,08	24,23%	R\$ 80,33	R\$66,64	20,54%	R\$ 78,18	R\$67,64	15,33%
Dezembro/2024	R\$ 139,91	R\$115,08	21,58%	R\$ 75,82	R\$66,64	13,78%	R\$ 77,25	R\$67,64	13,90%
Janeiro/2025	R\$ 138,33	R\$115,08	20,20%	R\$ 74,40	R\$66,64	11,65%	R\$ 78,87	R\$67,64	16,24%
Fevereiro/2025	R\$ 135,19	R\$115,08	17,47%	R\$ 74,35	R\$66,64	11,56%	R\$ 78,82	R\$67,64	16,11%
Março/2025	R\$ 133,07	R\$115,08	15,63%	R\$ 76,17	R\$66,64	14,30%	R\$ 81,11	R\$67,64	19,43%
Abril/2025	R\$ 132,02	R\$115,08	14,72%	R\$ 76,13	R\$66,64	14,25%	R\$ 87,64	R\$67,64	28,99%
Mai/2025	R\$ 127,74	R\$115,08	11,00%	R\$ 69,86	R\$66,64	4,83%	R\$ 84,43	R\$67,64	24,22%

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Mais uma vez, aponta-se que o momento de maximização do lucro nem sempre ocorre nos picos de preços das *commodities* em decorrência do alto custo sobre o capital, seja relativo aos estoques parados ou ao alongamento do prazo de pagamento das contas da propriedade, com impacto significativo nas margens de cada cultura, que se mantêm positivas ao longo do período de estudo, mas apresentam grandes oscilações.

Entretanto, diferentemente das projeções, os momentos de comercialização das culturas apresentam-se em épocas distintas, com a soja repetindo as maiores margens em junho, o milho com seu pico de rentabilidade em novembro e o trigo compensando o carregamento dos estoques para comercialização em abril, condições que contribuem para a distribuição das vendas de forma remuneratória no médio prazo e para a minimização dos riscos do negócio.

Numa análise mais ampla de longo prazo, observou-se a obtenção de maiores margens de lucro em concordância com o pagamento das necessidades de recursos financeiros da propriedade, ou seja, a comercialização é estruturada para garantir a rentabilidade dos sistemas de produção e a geração contínua de caixa. Para tanto, apresenta-se na Tabela 13 o fluxo de

caixa levando em consideração o cumprimento das necessidades monetárias e os momentos de maiores margens de lucro de cada produto frente ao custo do capital.

Tabela 13 – Plano de vendas efetivas para geração de caixa e maximização da rentabilidade da propriedade no período de 01/06/2024 a 31/05/2025

Período	Saldo Inicial	Entradas Soja	Entradas Milho	Entradas Trigo	Saídas	Juros (1% am)	Saldo Final
Junho/2024	R\$ 6.000,00	R\$ 113.620,00	-	-	-R\$ 14.000,00	R\$ 60,00	R\$105.680,00
Julho/2024	R\$ 105.680,00	-	-	-	-R\$ 42.666,67	R\$ 1.056,80	R\$ 64.070,13
Agosto/2024	R\$ 64.070,13	-	-	-	-R\$ 7.200,00	R\$ 640,70	R\$ 57.510,83
Setembro/2024	R\$ 57.510,83	-	-	-	-R\$ 3.466,67	R\$ 575,11	R\$ 54.619,28
Outubro/2024	R\$ 54.619,28	-	-	-	-R\$ 4.733,33	R\$ 546,19	R\$ 50.432,14
Novembro/2024	R\$ 50.432,14	-	-	-	-R\$ 10.400,00	R\$ 504,32	R\$ 40.536,46
Dezembro/2024	R\$ 40.536,46	-	R\$ 45.402,00	-	-R\$ 2.400,00	R\$ 405,36	R\$ 83.943,82
Janeiro/2025	R\$ 83.943,82	-	-	-	-R\$ 1.133,33	R\$ 839,44	R\$ 83.649,93
Fevereiro/2025	R\$ 83.649,93	-	-	-	-R\$ 1.666,67	R\$ 836,50	R\$ 82.819,76
Março/2025	R\$ 82.819,76	-	-	-	-R\$ 11.466,67	R\$ 828,20	R\$ 72.181,29
Abril/2025	R\$ 72.181,29	-	-	-	-R\$ 28.000,00	R\$ 721,81	R\$ 44.903,10
Mai/2025	R\$ 44.903,10	-	-	-	-R\$ 30.666,67	R\$ 449,03	R\$ 14.685,47

Culturas	Saldo em 31/05/2025
Soja	R\$ 0,00
Milho	R\$ 0,00
Trigo	R\$ 15.040,13

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Avaliando os resultados reais com os previstos com auxílio do ARIMAX, percebe-se a mesma lógica de comercialização, com vendas antecipadas para formação de aplicações e/ou adiantamento de contas para minimizar o custo do capital, modificando apenas os momentos de maiores margens em função da alteração da curva de cotações dos grãos.

Portanto, ressalta-se a importância de entender e acompanhar as margens de lucro de cada *commodity* ao longo de sua janela de comercialização, possibilitando manter a liquidez imediata das operações, gerar caixa de modo estratégico e antecipado para compromissos futuros e aumentar a rentabilidade e a capacidade de investimento no longo prazo, com a maximização da alocação de recursos e da sustentabilidade financeira da propriedade rural.

4.5 CONTRIBUIÇÕES DO ESTUDO

A presente dissertação traz contribuições para a área acadêmica e informações de interesse para a gestão do agronegócio. De forma conceitual, descreve-se a dinâmica de precificação do mercado de *commodities* agrícolas, expondo suas características e principais

variáveis que determinam os preços no mercado mundial, nacional e local, além de apresentar dados concretos para a pesquisa e para o produtor rural.

Referente a análise dos preços do mercado de *commodities*, tendo em vista o conhecimento de suas variáveis, detalha-se a metodologia ARIMAX e sua importância na área de previsibilidade de cotações futuras, embasando-se em números reais para construir cenários e estimativas de preços no curto prazo. Com importância teórica, aprofunda-se o método com sua aplicação em um contexto extremamente volátil e com oscilações de cotações, permitindo avaliar sua eficiência na precificação dos grãos (soja, milho e trigo). Para o produtor, fornece fundamentos sólidos para a tomada de decisão na comercialização de sua produção, reduzindo sua dependência de observações empíricas e até mesmo da especulação.

Do ponto de vista da gestão estratégica, demonstra procedimentos para utilizar, de forma conjunta com a compreensão do mercado externo, de informações financeiras internas como fluxo de caixa e custos de produção para a estruturação de estratégias integradas de comercialização que valorizem as características do mercado e o desempenho econômico da propriedade rural. Neste contexto, as estratégias desenvolvidas possibilitam ao produtor rural uma análise mais profunda do seu negócio, podendo traçar planos de vendas dos grãos para atender necessidades de curto, médio e longo prazo.

4.6 LIMITAÇÕES DA PESQUISA

O modelo ARIMAX proposto nesta dissertação possui como limitação considerar exclusivamente duas variáveis para previsibilidade de preços futuros das *commodities* agrícolas, pois, mesmo que a referência internacional da Bolsa de Chicago e a taxa de câmbio para converter dólares em reais sejam os principais formadores de preços da soja, milho e trigo no Brasil, não se levou em consideração outros fatores que possam ser representativos e que tenham impacto de forma mais local (prestação de serviço, armazenagem, fretes, demanda pelas indústrias nacionais,...).

Pertinente à aplicabilidade das metodologias, estas requerem da importação e tabulação de dados externos, bem como de controles internos das propriedades rurais, dificultando sua utilização em outros ambientes de estudo com menor organização de suas ferramentas de gestão.

Em relação à previsibilidade de preços, em função de se tratar da primeira aplicação e avaliação do método ARIMAX, realizou-se apenas uma análise anual, gerando como limitação o fato de não reconhecer, durante o período de estudo, possíveis alterações nos fundamentos e

nas variáveis de precificação das *commodities*. Cita-se, como exemplo, o comportamento real do dólar, que apresentou cotações superiores às expectativas do mercado, consequentemente impactando na projeção de preços dos grãos, assim como questões de ordem geopolítica (eleições americanas e guerras comerciais e territoriais) e climáticas (chuva excessiva no Rio Grande do Sul e estiagem no Centro-Oeste no final do ciclo anterior).

Nesta perspectiva, o planejamento de vendas das culturas da propriedade rural apresenta-se de forma estática, pois foi executado com a intenção de determinar as estratégias de comercialização para o ano agrícola completo, as quais, embora importantes para estruturação e gestão econômica, nem sempre vão representar as alterações das conjecturas de preços externos e de condições financeiras internas ao longo do tempo.

4.7 SUGESTÕES FUTURAS

Do ponto de vista acadêmico, sugere-se a possibilidade de ampliar o estudo do modelo ARIMAX para previsões de preços ao incluir mais variáveis exógenas no processo de análise, como o prêmio e o diferencial de base (embora não se tenha, até o momento, um levantamento oficial e publicado dos mesmos). Também é possível incluir no modelo uma série de preços locais dos grãos, a qual precisa ser sistematicamente coletada com empresas do ramo, servindo como mais um parâmetro para buscar entender e prever a dinâmica regionalizada de preços.

Além de incrementar as variáveis do método ARIMAX, acredita-se ser possível, em nível prático, melhorar seu desempenho ao reduzir o período de previsão, ou seja, propõe-se para estudos futuros e para a própria propriedade rural a realização de análises periódicas das séries temporais para adaptar constantemente as estratégias de vendas. Tal prática permitirá reduzir as discrepâncias do mercado no curto prazo, altamente volátil e com informações praticamente diárias (previsões climáticas; relatórios de área, produção, oferta e demanda; alterações das políticas monetárias/juros; aplicação de tarifas em produtos de exportação; entre outros), pois leva em consideração a atualização das cotações dentro do ano agrícola, bem como é de interesse revisar simultaneamente os indicadores financeiros, principalmente o fluxo de caixa.

Portanto, recomenda-se realizar análises semanais após o fechamento do mercado nas sextas-feiras, não afetando as demais atividades administrativas diárias da propriedade e iniciando a nova semana com previsões atualizadas de preços e de necessidade de caixa, o que permite corrigir as estratégias projetadas não apenas ao final da safra, mas gradativamente ao longo do ano agrícola.

Por fim, além de melhorar as estratégias para a propriedade rural estudada, cita-se a importância de avaliar a possibilidade, juntamente com empresas locais e outros produtores, de criar parcerias para a coleta e sistematização de dados, de preferência de forma automatizada por meio de *softwares*, assim como realizar a aplicação do método ARIMAX e dos planejamentos de vendas em contextos distintos (pequenos produtores, avaliação de outras culturas, assessoria gerencial, entre outros), resultando em mais benefícios para o setor do agronegócio.

5 CONCLUSÃO

O agronegócio constitui um conjunto de atividades produtivas e econômicas altamente complexo e dinâmico, seja pela dependência climática e diferentes ciclos de produção, seja pela globalização do mercado, em especial ao produtor rural, que tem seu processo produtivo a céu aberto e não possui controle sobre o preço de venda de seus produtos.

Por consequência, frente às oportunidades e desafios deste mercado, verifica-se que as propriedades rurais precisam, além de excelência produtiva, aplicarem técnicas de gestão e de comercialização estratégica que permitam analisar os movimentos de preços das *commodities* agrícolas no mercado nacional e mundial, assim como mensurar o desempenho financeiro das atividades produtivas e do negócio em sua totalidade.

Com o objetivo de avaliar a utilização de projeções de preços futuros das *commodities* agrícolas e dos indicadores financeiros de uma propriedade rural real para apoio na formulação de estratégias de comercialização de grãos, aprofundou-se nesta dissertação as características e as variáveis que compõem as cotações de produtos agrícolas no mercado externo e nacional, em específico soja, milho e trigo; o método ARIMAX como ferramenta de previsibilidade de preços ao trabalhar com séries históricas e elementos exógenos para aumentar a precisão das estimativas com base no comportamento passado das *commodities* e nas condições momentâneas de mercado; a análise econômica das propriedades rurais por meio do fluxo de caixa global e dos custos de produção das culturas; e a definição de estratégias que compreendam o ambiente externo e interno na definição dos melhores momentos de venda dos grãos.

O estudo foi conduzido com informações de mercado, por meio da coleta de séries temporais das cotações da soja, milho e trigo na Bolsa de Chicago (CBOT) e do dólar como variável exógena, que serviram de base para a aplicação do método ARIMAX e para a construção do cenário de preços futuros no EViews 12, assim como de dados financeiros de uma propriedade rural, a partir dos quais foi apresentado o fluxo de caixa e a relação de custos de produção dos grãos. Estando as variáveis externas e internas mensuradas, definiram-se as estratégias de comercialização dos grãos com o intuito de honrar os compromissos financeiros, aumentar as margens de lucro e garantir a rentabilidade das operações.

A utilização do método ARIMAX permitiu avaliar o impacto do comportamento passado das cotações das *commodities* soja, milho e trigo e a influência do dólar como elementos de precificação futura, evidenciando que o mercado no curto prazo, ou seja, para o próximo ano agrícola de 2024/25, tem maior correlação com tendências recentes dos preços,

neste caso, do período anterior (safra 2023/24). Estes resultados permitem compreender o comportamento de preços das *commodities* agrícolas e do câmbio, demonstrando que séries temporais muito longas não são necessariamente representativas para avaliar o mercado atual e que a utilização de dados recentes e atualizados pode melhorar o desempenho do ARIMAX na previsão de preços futuros.

A avaliação da aplicação do ARIMAX e suas respectivas curvas de cotações futuras para soja, milho e trigo apresentam como resultados a semelhança do modelo com a realidade, com R^2 superior a 0,90; a relevância estatística da maioria dos coeficientes dentro das séries temporais e para o dólar defasado; os resíduos ajustados com a série temporal; e o baixo erro percentual absoluto das previsões, variando de 4,67% a 9,66%. Com isso, a metodologia de precificação proposta, cruzando a variação das cotações internacionais e do dólar com os preços reais do período anterior, permitiu determinar a tendência de preços dos grãos diretamente para o produtor rural.

As estratégias de comercialização foram confeccionadas ao relacionar a projeção mensal de preços da soja, milho e trigo conforme o método ARIMAX (elementos externos do mercado de *commodities*) com as características financeiras da propriedade rural por meio do fluxo de caixa global e da relação dos custos de produção individuais das culturas (indicadores financeiros internos). Nesta perspectiva, determinaram-se planos de vendas dos grãos que permitam aproveitar as tendências do mercado e atendam as necessidades de curto, médio e longo prazo do negócio.

Desta forma, os planejamentos de comercialização propostos apresentaram progressão nas variáveis analisadas e na complexidade da tomada de decisão à medida que se avalia o impacto das estratégias nos resultados financeiros da propriedade rural. No curto prazo definiram-se os momentos de venda simultaneamente aos desembolsos de caixa, optando pela comercialização dos grãos com maior preço mensal, com a comercialização do milho no início do ano agrícola; da soja conforme ocorrem as necessidades financeiras; e o trigo sendo estocado para o próximo período. No médio prazo buscou-se o aumento das margens de lucro levando em consideração os preços médios, os custos de produção e o custo financeiro de carregamento dos estoques, representado pela aplicação de taxa de juros sobre o capital, mostrando que as maiores margens reais ocorrem em junho de 2024 para todas as culturas e que não compensa economicamente segurar os estoques. E no longo prazo objetivou-se comercializar os grãos nos picos de rentabilidade que sejam condizentes com os compromissos de caixa, compondo a maior margem de lucro média e que seja viável para a realidade financeira da propriedade rural,

resultando na antecipação das vendas para geração de caixa e sua aplicação para obtenção de ganhos financeiros.

Avaliando as contribuições teóricas e práticas das metodologias de precificação e de comercialização estratégica, comprova-se a relevância destas ferramentas no campo de estudo administrativo e na gestão rural, fornecendo embasamento em dados e técnicas para aprimorar a previsibilidade de preços do mercado de *commodities* e a eficiência financeira das propriedades rurais. Para tanto, deve-se levar em consideração a necessidade de coleta, sistematização e avaliação de dados externos e internos, bem como eventual cooperação entre entidades, empresas e produtores para aplicação e disseminação das metodologias.

Após avaliação dos resultados do método, aponta-se a ocorrência de inconsistências no desempenho do método ARIMAX em função da instabilidade das cotações, influenciadas por múltiplas variáveis e que não foram incluídas em sua totalidade nas equações, bem como das previsões serem estáticas para um ano agrícola, não captando as alterações momentâneas do mercado, fatores que poderiam ser minimizados pela aplicação periódica da metodologia com a inclusão de novos dados. Da mesma forma, as estratégias de vendas são dependentes dos preços estimados, podendo maximizar o resultado financeiro com a adaptação contínua dos planos de comercialização em relação ao comportamento externo do mercado.

De forma conclusiva, a compreensão do contexto das cadeias agropecuárias, do mercado de *commodities* e das características financeiras dos sistemas de produção fornecem informações essenciais para o desenvolvimento de ferramentas para análise e previsão dos movimentos de precificação dos grãos, com foco em soja, milho e trigo, bem como para formulação de estratégias de comercialização que abordem as influências externas do mercado e financeiras internas para melhoria e fortalecimento constante do desempenho econômico das propriedades rurais e do agronegócio como um todo.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, Wany Leydiane Souza de. **Estimação de modelos arima/arimax e aplicação em inferência de perdas de propano**. 2009.

ARRUDA, Andréa Ferraz de. **Macroeconomia e preços de commodities agrícolas**. 2008.

Banco Central do Brasil (BCB). Séries de Estatísticas. Disponível em: <<https://www3.bcb.gov.br/expectativas2/#/consultaSeriesEstatisticas>>. Acesso em: 03 de março de 2025.

BARROS, Thiago de Sousa. Análise técnica e fundamentalista: ensaios sobre os métodos de análise. **Revista de Administração e Negócios da Amazônia**, V.7, n.2, 2015.

BATISTA, Airson; LOPES, Antonio Carlos Vaz; COSTA, José Reinaldo Maracaipe. Gestão de custos na produção agrícola: um estudo na cultura da soja. In: **Anais do Congresso Brasileiro de Custos-ABC**. 2022.

BREITENBACH, Raquel. Gestão rural no contexto do agronegócio: desafios e limitações. **Desafio Online**, v. 2, n. 2, p. 714-731, 2014.

BRUM, Argemiro Luís et al. Influência dos fundos de investimento na formação das cotações do milho na Bolsa de Cereais de Chicago. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 61, p. e251575, 2022.

CARRARA, Açucena Martins; BARBOZA, Flavio. A influência de operações de hedge no mercado potencial de derivativos no agronegócio regional de Uberlândia. **FACEF Pesquisa-Desenvolvimento e Gestão**, v. 22, n. 3, 2019.

CAS, Carlos Gonçalves. Aplicação do modelo ARIMA para previsão do preço da *commodity* milho. **Revista Gestão da Produção Operações e Sistemas**, v. 13, n. 1, p. 263-279, 2018.

CASAGRANDE, Caio Perez; MENEZES, Gabrielito Rauter. Previsibilidade de preços das principais *commodities* agrícolas brasileiras. **Revista de Economia e Agronegócio**, v. 20, n. 3, p. 1-17, 2022.

CNN Brasil. Como a inflação alta impacta o emprego, a renda e a economia. Disponível em: <<https://www.cnnbrasil.com.br/economia/macroeconomia/como-a-inflacao-alta-impacta-o-emprego-a-renda-e-a-economia/>>. Acesso em: 17 de agosto de 2024.

Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB). Boletim da Safra de Grãos. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>>. Acesso em: 11 de abril de 2024.

Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil (CNA). Panorama do Agro. Disponível em: <<https://www.cnabrasil.org.br/cna/panorama-do-agro>>. Acesso em: 05 de abril de 2024.

Cooperval. Cotações. Disponível em: <<https://cooperval.com.br/cotacoes/>>. Acesso em: 05 de junho de 2025.

CORREIA, Ricardo Gonçalves de Faria. **Modelo integrado para gestão de custos, fluxo de caixa e recursos compartilhados em sistemas produtivos agropecuários**. 2014.

COUTINHO FILHO, Nelson Rubens. **A geopolítica do petróleo e a influência nos preços das principais commodities agrícolas brasileiras**. 2018. Dissertação de Mestrado. Brasil.

DE MIRANDA, Rubens Augusto et al. **Guerra comercial Estados Unidos x China e o impacto na soja e no milho brasileiro**. 2018.

DE SOUZA, Gilmar Ribeiro; DE OLIVEIRA, Sandra Cristina; SANTINI, Giuliana Aparecida. A influência do prêmio de exportação, da taxa de câmbio e dos preços externos sobre o preço da soja no Brasil. **Latin American Journal of Business Management**, v. 4, n. 1, 2013.

FANTINATTI, Thiago Ferrari. **Modelos de otimização aplicados à estratégia de comercialização de cana-de-açúcar, soja e milho na região de Ourinhos-SP**. 2021.

FIOCRUZ. Definição de *commodities*. Disponível em: <<https://www.epsjv.fiocruz.br/commodities-definicao#:~:text=Commodities%20s%C3%A3o%20produtos%20de%20origem,e%20procura%20internacional%20da%20mercadoria.>>. Acesso em: 06 de julho de 2024.

GELATTI, Tadeu. **Análise dos custos agrícolas para o gerenciamento de uma propriedade rural**. 2015.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 6ª ed. – São Paulo: Atlas, 2018.

GOMES, Francisco Carlos. Os modelos Arima e a abordagem de Box-Jenkins uma aplicação na previsão do IBOVESPA a curtíssimo prazo. **Revista de Administração de Empresas**, v. 29, p. 63-70, 1989.

Investing. Câmbio e cotação de moedas. Disponível em: <<https://br.investing.com/currencies/>>. Acesso em: 05 de junho de 2025.

Investing. *Commodities* do agronegócio: Leis da Oferta e da Demanda. Disponível em: <<https://br.investing.com/analysis/commodities-do-agronegocio-leis-da-oferta-e-da-demanda-200463465>>. Acesso em: 17 de agosto de 2024.

Investing. Cotação de *commodities*. Disponível em: <<https://br.investing.com/commodities>>. Acesso em: 14 de setembro de 2024.

LAMOUNIER, Wagner Moura. Tendência, ciclos e sazonalidade nos preços spot do café brasileiro na NYBOT. **Gestão & Produção**, v. 14, p. 13-23, 2007.

LEITNER, Camyla Piran Stiegler; ALVES FILHO, Alceu Gomes. Estratégia de operações: uma abordagem teórica quanto à aplicabilidade do constructo para empreendimentos rurais produtores de grãos. **Gestão & Produção**, v. 26, n. 1, p. e2400, 2019.

MAHETA, Dhaval. 9. Non-stationarity and Unit Root Testing using EViews || Dr. Dhaval Maheta [vídeo]. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=YaexLRgu7rU&t=1002s>. Acesso em: 21 de dezembro de 2024.

MAHETA, Dhaval. 40. ARIMAX Model in Eviews || Dr. Dhaval Maheta [vídeo]. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=ppJjK3H3z3k>. Acesso em: 21 de dezembro de 2024.

MENEZES, Igor D’Luca Ramos de. **Revisão da literatura empírica acerca das variáveis que impactam a precificação de *commodities* agrícolas: soja, milho, café e boi gordo**. 2015.

Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA). Governo Federal lança Plano Safra 24/25 com R\$ 400,59 bilhões para agricultura empresarial. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/governo-federal-lanca-plano-safra-24-25-com-r-400-59-bilhoes-para-agricultura-empresarial>. Acesso em: 11 de março de 2025.

Notícias Agrícolas. Abramilho e Aprosoja apresentam desafios da Safra 23/24. Disponível em: <https://www.noticiasagricolas.com.br/noticias/graos/373613-abramilho-e-aprosoja-apresentam-desafios-da-safra-23-24.html>. Acesso em: 05 de abril de 2024.

PASA, Artur Costa. **Proposição de mecanismos de gestão e de controle produtivo e econômico em propriedade agrícola com cultivo de grãos**. 2020.

PELLIN, Alecxandro. Análise técnica no mercado de ações: a eficácia do setup 9.1 de Larry Williams como estratégia de investimentos. **Revista Gestão & Tecnologia**, v. 24, n. 1, p. 337-359, 2024.

PINTO, Pablo Aurelio Lacerda De Almeida et al. **Aplicação do modelo ARIMA à previsão do preço das *commodities* agrícolas brasileiras**. 2008.

PORTO, Bruno Matos. **Revisão bibliométrica sobre modelagem e previsão do preço da soja: uma comparação entre os modelos ARIMAX, redes neurais e máquina de aprendizado extremo**. 2021.

PORTO, Edson Marcos Viana; GONÇALVES, Valdeir Dias. Caderno Didático A Empresa Rural (UNIMONTES). **Cadernos da Rede**, v. 1, n. 1, 108 p., 2011.

QUINTAM, Carlos Paim Rifan; DE ASSUNÇÃO, Gervison Maico. Perspectivas e desafios do agronegócio brasileiro frente ao mercado internacional. **RECIMA21-Revista Científica Multidisciplinar-ISSN 2675-6218**, v. 4, n. 7, p. e473641-e473641, 2023.

ROBBINS, Stephen Paul. **Administração: mudanças e perspectivas**. Saraiva, 2000.

TYBUSCH, Tânia Marques. **As estratégias de comercialização no mercado da soja: o caso da Cotrijuí-RS**. 2003.

ULRICH, Elisane Roseli. Contabilidade rural e perspectivas da gestão no agronegócio. **RACI-Revista de Administração e Ciências Contábeis do Instituto de Desenvolvimento Educacional do Alto Uruguai, IDEAU, Bagé-RS**, v. 4, n. 9, p. 1-13, 2009.

Warren Magazine. *Commodities*: o que são, por que o Brasil é um expoente e como investir nelas. Disponível em: <<https://warren.com.br/magazine/commodities/>>. Acesso em: 17 de agosto de 2024.

XIMENES, Luciano Feijão; COELHO, Jackson Dantas. Agropecuária: Soja. **Fortaleza: BNB**, ano 8, n. 287, maio 2023. (Caderno Setorial Etene).