

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS SOCIAIS E HUMANAS
CIÊNCIAS ECONÔMICAS

Luiz Otávio Darós Nunes

**CONTRATOS FUTUROS COMO OPÇÃO DE *HEDGE* PARA A
COBERTURA DE CUSTOS BÁSICOS DA PRODUÇÃO DE SOJA
UMA ANÁLISE PARA O RIO GRANDE DO SUL**

Santa Maria, RS
2023

Luiz Otávio Darós Nunes

**CONTRATOS FUTUROS COMO OPÇÃO DE *HEDGE* PARA A COBERTURA DE
CUSTOS BÁSICOS DA PRODUÇÃO DE SOJA
UMA ANÁLISE PARA O RIO GRANDE DO SUL**

Monografia apresentada ao Curso de Ciências Econômicas, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Ciências Econômicas.

Orientador: Prof. Dr. Anderson Antonio Denardin

Santa Maria, RS
2023

Luiz Otávio Darós Nunes

**CONTRATOS FUTUROS COMO OPÇÃO DE *HEDGE* PARA A COBERTURA DE
CUSTOS BÁSICOS DA PRODUÇÃO DE SOJA
UMA ANÁLISE PARA O RIO GRANDE DO SUL**

Monografia apresentada ao Curso de Ciências Econômicas, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do título de **bacharel em Ciências Econômicas**.

Aprovado em 14 de dezembro de 2023

**Anderson Antonio Denardin, Dr. (UFSM)
(Presidente/Orientador)**

Clailton Ataides De Freitas, Dr. (UFSM)

Roberto da Luz Júnior, Dr. (UFSM)

Santa Maria, RS
2023

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais, Clair e Osvaldo, por serem minha base em toda e qualquer situação, por todo suporte e apoio em minhas decisões, por serem os maiores incentivadores dos meus sonhos, por me mostrarem que na vida sempre há novos caminhos a serem descobertos e seguidos.

Agradeço a meus amigos, de longa data, que estiveram presentes nos bons e maus momentos da minha vida, Dyones, Lucas, Luiz Eduardo, Wagner e todos os demais que de alguma maneira estiveram por perto, meu eterno obrigado e respeito a vocês.

Agradeço aos meus colegas e amigos de curso, que contribuíram para minha formação, com troca de conhecimento e ideias, em especial Ana Paula, Beatriz Fernanda, João Antonio e Samuel, pela parceria e perseverança nos momentos de maior dificuldade.

Agradeço ao professor Dr. Anderson Antonio Denardin, orientador desse trabalho, pelas conversas, comentários e sugestões sempre muito relevantes, as quais possibilitaram obter êxito na pesquisa realizada.

Agradeço aos meus sócios, da AgroGerencial, Clair, Edson, Karine, Wagner e Welligton, por todo apoio, por sonharem serem empreendedores com o intuito de fazer diferença na vida das pessoas e, por acreditarem na relevância do meu trabalho.

Agradeço a Universidade Federal de Santa Maria, que foi meio essencial, disponibilizando de todo material e suporte para minha formação ao longo de todos os semestres.

“Eu sabia que se eu falhasse, eu não me arrependeria disso. Mas eu sabia que a única coisa que poderia me arrepender é de nunca ter tentado.”

Jeff Bezos

RESUMO

CONTRATOS FUTUROS COMO OPÇÃO DE *HEDGE* PARA A COBERTURA DE CUSTOS BÁSICOS DA PRODUÇÃO DE SOJA UMA ANÁLISE PARA O RIO GRANDE DO SUL

AUTOR: Luiz Otávio Darós Nunes
ORIENTADOR: Prof. Dr. Anderson Antonio Denardin

Considerando que o risco da atividade agrícola envolve diversas variáveis, como o clima, condições de solo, emprego e volatilidade de preços, onde esse último é determinado em um mercado internacional e volátil, o gerenciamento de riscos torna-se ferramenta indispensável para operação agrícola. Diante disso, o presente estudo procura analisar a razão ótima de *hedge* e a efetividade de *hedge* para o estado do Rio Grande do Sul no período de 2014 a 2022, adicionado de uma comparação com os anos de 2014 a 2019, devido a ocorrência da pandemia da COVID-19. A *commodity* utilizada para análise foi a soja. Além disso, foi realizada uma breve análise comparando os resultados encontrados com a representatividade da produção obtida e sua destinação aos custos básicos para a existência de uma lavoura, a qual está estimada em aproximadamente 38%. Utilizou-se de séries históricas dos preços à vista e futuros da soja. Para obtenção de resultados de melhor qualidade e precisão foram aplicados os testes ADF e KPSS para verificação de estacionariedade das séries. Realizou-se a estimação por MQO de cinco modelos: modelo convencional, modelo convencional em diferença (Eangle e Granger), modelo Myers e Thompson, modelo convencional em diferença com correção de erros e modelo de Myers e Thompson com defasagem, sendo o modelo 5 o que alcançou melhor grau de ajustamento. Assim, os resultados encontrados foram que ao proteger 27,80% da produção, o risco de preço reduz em 31,58% para o lapso temporal de 2014 a 2022, e protegendo 36,41% da produção o risco de preço se reduz para 44,34% para o período de 2014 a 2019, demonstrando dessa forma o impacto da pandemia. Assim, o *hedge* por meio de contratos futuros, demonstra ser uma ferramenta útil para mitigação de riscos de preços, à medida em que reduz a incerteza com os valores de receitas a serem obtidos ao final da safra.

Palavras-chave: Soja. *Hedge*. Contratos futuros. Preço à vista. Preço futuro.

ABSTRACT

FUTURE CONTRACTS AS A *HEDGE* OPTION TO COVER BASIC COSTS OF SOYBEAN PRODUCTION

AN ANALYSIS FOR RIO GRANDE DO SUL

AUTHOR: Luiz Otávio Darós Nunes

ADVISOR: Prof. Dr. Anderson Antonio Denardin

Considering that the risk of agricultural activity involves several variables, such as climate, soil conditions, employment and price volatility, where the latter is determined in an international and volatile market, risk management becomes an indispensable tool for agricultural operations. Given this, the present study seeks to analyze the optimal hedge ratio and hedge effectiveness for the state of Rio Grande do Sul in the period from 2014 to 2022, added to a comparison with the years 2014 to 2019, due to the occurrence of the pandemic of COVID-19. The commodity used for analysis was soybeans. Furthermore, a brief analysis was carried out comparing the results found with the representativeness of the production obtained and its allocation to the basic costs for the existence of a crop, which is estimated at approximately 38%. Historical series of soybean spot and future prices were used. To obtain results of better quality and precision, the ADF and KPSS tests were applied to verify the stationarity of the series. The OLS estimation of five models was carried out: conventional model, conventional model in difference (Eangle and Granger), Myers and Thompson model, conventional model in difference with error correction and Myers and Thompson model with lag, with model 5 which achieved the best degree of adjustment. Thus, the results found were that by protecting 27,80% of production, the price risk reduces by 31,58% for the period from 2014 to 2022, and by protecting 36,41% of production, the price risk reduces to 44,34% for the period from 2014 to 2019, thus demonstrating the impact of the pandemic. Thus, hedging through futures contracts proves to be a useful tool for mitigating price risks, as it reduces uncertainty regarding the revenue values to be obtained at the end of the harvest.

Keywords: Soy. *Hedge*. Futures Contracts. Cash price. Future Price

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Custos básicos de produção de soja no período de 2014 a 2022 no estado do Rio Grande do Sul em % por hectare.....	27
Gráfico 2 – Percentual da produção obtida por hectare alocada para os custos básicos de produção de soja no período de 2014 a 2022.	28
Gráfico 3 – Evolução da Valorização do Dólar frente ao Real no período de 2014 a 2022.	30
Gráfico 4 – Exportações brasileiras de soja no período da safra 2013/2014 a 2021/2022 em milhões de toneladas.....	31
Gráfico 5 – Movimento do estoque brasileiro de soja no período da safra 2013/2014 até a safra 2021/2022 em milhões de toneladas.....	32
Gráfico 6 – Consumo mundial de soja no período da safra 2013/2014 a 2021/2022 em milhões de toneladas.	32
Gráfico 7 – Comportamento do preço da soja em mercado à vista e em mercado futuro entre janeiro de 2014 e dezembro de 2022, em R\$ por saca de 60kg, (R\$ por saca de 60kg).	45
Gráfico 8 – Base do preço da soja em mercado à vista e em mercado futuro entre janeiro de 2014 e dezembro de 2022, em R\$ por saca de 60kg.....	48

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Características técnicas de Contrato Futuro de Soja com Liquidação Financeira.....	18
Tabela 2 – Estatísticas descritivas das séries de preços, entre janeiro de 2014 e dezembro de 2022, em R\$ por saca de 60kg.....	44
Tabela 3 – Estatísticas descritivas das séries de preços, entre janeiro de 2014 e dezembro de 2019, em R\$ por saca de 60kg.....	46
Tabela 4 – Estatísticas descritivas de base, entre janeiro de 2014 e dezembro de 2022, em R\$ por saca de 60kg.	47
Tabela 5 – Estatísticas descritivas de base, entre janeiro de 2014 e dezembro de 2019, em R\$ por saca de 60kg.	49
Tabela 6 – Resultado do teste Dickey-Fuller Aumentado (ADF) para o período de 2014 a 2022.	50
Tabela 7 – Resultado do teste Dickey-Fuller Aumentado (ADF) com primeira diferença para o período de 2014 a 2022.	50
Tabela 8 – Resultado do teste KPSS para o período de 2014 a 2022.	51
Tabela 9 – Resultado do teste KPSS com primeira diferença para o período de 2014 a 2022.	51
Tabela 10 – Teste de cointegração de Johansen – Teste do Traço e Teste de Máximo Valor para verificação de pelo menos um vetor de cointegração.	51
Tabela 11 – Resultado do teste de causalidade de Granger para as séries de preços.	52
Tabela 12 – Resultado da estimação dos cinco modelos apresentados para estimação da razão ótima de hedge e efetividade do hedge para soja no período de 2014 a 2022.	52
Tabela 13 – Resultado da estimação dos cinco modelos apresentados para estimação da razão ótima de hedge e efetividade do hedge para soja no período de 2014 a 2019.	54

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ADF	Teste de Dickey-Fuller Aumentado
AIC	Critério de informação de Akaike
AR	Autorregressivo
B3	Bolsa, Brasil, Balcão
BACEN	Banco Central do Brasil
BIC	Critério de informação de Bayesiano de Schwarz
BM&F	Bolsa de Mercadorias & Futuros
CBOT	Chicago Board of Trade
CEPEA	Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada
CME	Chicago Mercantile Exchange
CONAB	Companhia Nacional de Abastecimento
CVM	Comissão de Valores Mobiliários
DEAGRO	Departamento do Agronegócio
DW	Durbin Watson
FARSUL	Federação da Agricultura do Rio Grande do Sul
FIESP	Federação das Indústrias de São Paulo
FGV	Fundação Getúlio Vargas
HME	Hipótese dos Mercados Eficientes
KPSS	Teste de Kwiatkowski, Phillips, Schmidt e Shin
MQO	Mínimos Quadrados Ordinários
PIB	Produto Interno Bruto
ROH	Razão ótima de <i>hedge</i>
ROHVM	Razão ótima de <i>hedge</i> de variância mínima
SJC	Minicontratos de Soja norte-americana
USDA	United States Department of Agriculture

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	REFERENCIAL TEÓRICO	14
2.1	TEORIA DOS MERCADOS EFICIENTES	14
2.2	DERIVATIVOS E MERCADO FUTURO	15
2.3	CONTRATOS FUTUROS	16
2.4	CONCEITUALIZAÇÃO DE <i>HEDGE</i> E RAZÃO ÓTIMA DE <i>HEDGE</i>	19
3	REVISÃO DE LITERATURA	24
4	CARACTERIZAÇÃO DO AMBIENTE DE NEGÓCIOS PARA O MERCADO DE SOJA	26
4.1	<i>COMMODITY</i> SOJA E OS RISCOS DA ATIVIDADE AGRÍCOLA	26
4.2	PREÇOS, ESTOQUES, EXPORTAÇÕES E CONSUMO MUNDIAL	29
5	ASPECTOS METODOLÓGICOS	34
5.1	DADOS UTILIZADOS	34
5.2	TESTE DE RAIZ UNITÁRIA	35
5.2.1	Dickey – Fuller Aumentado (ADF) e Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin (KPSS)	36
5.3	CRITÉRIO DE INFORMAÇÃO DE AKAIKE (AIC) E BAYESIANA (BIC)	37
5.4	TESTE DE COINTEGRAÇÃO	38
5.5	TESTE DE CAUSALIDADE	39
5.6	MODELOS DE MÍNIMOS QUADRADOS ORDINÁRIOS (MQO)	40
6	RESULTADOS E DISCUSSÕES	44
6.1	ANÁLISE PRELIMINAR DOS DADOS	44
6.2	RESULTADOS DOS TESTES ECONÔMICOS	49
6.3	ESTIMAÇÃO DOS MODELOS	52
7	CONCLUSÕES	57
	REFERÊNCIAS	59

1 INTRODUÇÃO

O agronegócio, de modo geral, tem grande representatividade no cenário nacional brasileiro, haja vista que, nos anos de 2014 a 2022 sua participação no PIB foi de 18,6% em 2014, e ano após ano manteve-se em constante crescimento, chegando a 24,8% em 2022 (Cepea/CNA, 2023).

Deve-se também, ressaltar que, dentre as várias culturas em que o Brasil ganha destaque na atividade agrícola, tais como na cultura do milho, cana-de-açúcar, café, algodão, laranja, o País se destaca mesmo, como sendo o maior produtor de soja do mundo, atingido na safra 2021/2022 a marca de 123.829,50 milhões de toneladas produzidas em uma área de 40.921,90 milhões de hectares. Ao assumir a liderança do segmento, o País é seguido pelos Estados Unidos, que ocupa a segunda posição, produzindo 121.528 milhões de toneladas em 34.929 milhões de hectares (CONAB, 2023).

No estado do Rio Grande do Sul, em especial, atingiu-se a produção de 9.727,70 milhões de toneladas de soja em 6.358 milhões de hectares. A soja, em solo gaúcho, teve sua área plantada (em milhões de ha) aumentada no decorrer dos anos. Na safra 2013/2014 havia 4.757,2 ha plantados, já na safra 2021/2022 registrou-se 6.358,0 ha e, para a safra 2022/2023, de acordo com o 8º Boletim da Safra de Grãos (CONAB, 2023), estima-se 6.555,1 ha de área plantada em território rio-grandense. A produtividade foi de (em kg/ha) 2.714, 1.433 e 2.214 respectivamente.

Empregos também merecem atenção quando se trata de agronegócio brasileiro, através de um estudo realizado pela FGV Agro (2023), o setor agro tinha 13,62 milhões de pessoas ocupadas, três anos depois, em 2022, atingiu-se a marca de 13,96 milhões de trabalhadores, mensurando assim 344,15 mil novas ocupações e atingindo uma expansão de 2,5%.

Quando analisada a atividade agrícola, em termos gerais, é preciso levar em consideração o alto risco envolvido nas operações, ao contrário do que ocorre em outros segmentos, tais como o da indústria ou serviços, a atividade agrícola sofre com a diferença de produtividade do solo, oscilações climáticas, sazonalidade nas culturas, preço dos insumos, variações do preço do dólar, além dos tradicionais choques de mercado, o que agrega grande volatilidade, impactando no risco envolvido nessas atividades, trazendo impactos diretos ao preço da *commodity*.

Além disso, a má gestão de recursos estratégicos e financeiros, podem ocasionar perdas volumosas para o produtor e para todos envolvidos direta ou indiretamente na cadeia agrícola (Visão 2030 Embrapa).

Com tantas variáveis envolvidas ao longo da cadeia produtiva, torna-se evidente a necessidade de uma gestão eficiente da atividade rural, com o intuito de administrar riscos e evitar perdas, justificando assim a necessidade de atenção para o segmento.

Seja levado em consideração que o agronegócio movimenta, no estado e no País diversos setores, de forma direta ou indireta, o que impacta na geração de empregos, na produção de insumos, na movimentação de recursos financeiros, nos meios de transportes, no setor de alimentos, em vários segmentos da indústria e comércio, é preciso abordar a temática da proteção ao produtor pela sua importância perante a si próprio e a todos os demais segmentos da sociedade, oferecendo maior segurança e estabilidade para todos.

Neste contexto, o uso de ferramentas para o gerenciamento de riscos, é extremamente importante, esses instrumentos são oferecidos na forma de *hedge* em contratos futuros, o qual se tornou essencial para proteger o produtor rural contra as variações de preços e garantir a sustentabilidade de suas operações.

Neste cenário, fica evidenciado a série de desafios envolvidos para a existência da atividade rural, setor de grande representatividade no PIB brasileiro, indicador que é de grande relevância econômica para a atividade de muitos municípios, de estados e do País.

Estes motivos justificam os objetivos do presente trabalho, o qual destaca a necessidade de aprofundar as discussões acerca da importância de administrar os riscos presente no agronegócio, além de compreender e entender o impacto que acontecimentos extraordinários, como foi o caso da pandemia da Covid-19, nos preços das *commodities* e na eficiência do *hedge* como mecanismo de proteção.

Assim sendo, o presente trabalho tem como objetivo analisar os resultados da operação de *hedge* via contratos futuros como ferramenta da proteção de risco para a produção de soja no estado do Rio Grande do Sul, analisando os mais diversos indicadores disponíveis.

Para que se obtenha êxito e atenda-se o objetivo do trabalho, busca-se analisar, compreender e exemplificar situações específicas como: Estimar a razão ótima de *hedge* (ROH) e a efetividade do *hedge* para o estado do Rio Grande do Sul

no período de 2014 a 2022 e também no período de 2014 a 2019 (período pré-pandêmico) para a *commodity* soja; e, avaliar se a operação de *hedge* através de contratos futuros pode ser uma ferramenta de redução do risco de preços ao produtor rural.

A metodologia a ser utilizada se fundamentará na estimação de modelos de regressão linear, com base em instrumentos econométricos de análise de séries temporais, que procuram evidenciar a razão ótima de *hedge* e a efetividade do *hedge*, buscando mensurar quanto da produção esperada deve ser realizada em contratos futuros e quanto isso reduz o risco de preço ao produtor rural.

Para que seja cumprido o propósito da pesquisa, após essa breve introdução, o trabalho contempla, no segundo capítulo, o referencial teórico que dará suporte para análise do problema de pesquisa proposto. No terceiro capítulo, faz-se uma breve revisão de literatura, onde são avaliadas as principais pesquisas que abordam o referido tema. No quarto capítulo, a caracterização do ambiente de negócios para o mercado de soja. No quinto capítulo, apresenta-se a análise metodológica a ser utilizada. No sexto capítulo, faz-se a análise dos resultados estimados. E, por fim, apresenta-se as principais conclusões.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo, busca-se definir os mecanismos de operações do mercado futuro e dos contratos futuros, com a finalidade de compreender a importância dessa ferramenta para proteção da atividade agrícola e de oferecer uma maior segurança ao produtor rural, ao permitir a redução dos riscos enfrentados na atividade. O resultado da operação agrícola, para que seu saldo seja positivo ou negativo ao final de cada safra é impactado diretamente pelas escolhas realizadas pelo agricultor, este que por sua vez, pode-se utilizar dessas ferramentas e adotar estratégias para mitigar riscos.

2.1 TEORIA DOS MERCADOS EFICIENTES

Proposta por Fama (1970), a Hipótese dos Mercados Eficientes (HME) pode ser entendida da seguinte maneira: um mercado eficiente é caracterizado pela rápida reflexão de todas as informações disponíveis sobre um ativo em seu preço, o que impede a obtenção de ganhos extraordinários. Em outras palavras, as informações são incluídas no preço, eliminando a vantagem para um investidor específico em buscar lucros significativos com base em alguma informação.

Um mercado eficiente, de acordo com Van Horne (1995), pode ser entendido também como aquele em que os preços dos ativos refletem o consenso geral sobre todas as informações disponíveis sobre a economia, sobre os mercados financeiros envolvidos e sobre a empresa em questão, de forma a ajustar tais informações rapidamente nos preços.

Brealey e Myers (1992), conceituam que a compra e venda de um título qualquer ao preço vigente nunca será uma transação com valor líquido positivo em um mercado eficiente. É resultado da HME que os preços dos ativos flutuam em torno do seu valor intrínseco onde novas informações seriam capazes de rapidamente proporcionar mudanças nesse valor, mas o movimento seguinte do preço do ativo ocasionaria a flutuação aleatória.

De acordo com Fama (1970), é possível definir três níveis de eficiência de mercado originadas da HME, as quais foram abordadas por Jaffe, Ross e Westerfield (2009), sendo elas: a eficiência fraca, semiforte e forte.

- **Eficiência Fraca:** Não é possível que haja obtenção de lucros excessivos por nenhum investidor baseado em preços históricos. Isso significa dizer que, o acesso ao histórico de preços anteriores é uma informação fácil de ser obtida, e em um mercado eficiente de forma fraca tais informações não seriam relevantes na obtenção de retornos extraordinários.

- **Eficiência Semiforte:** Há o englobamento da eficiência fraca, sendo acrescido que os preços incluem todas as informações disponíveis de maneira pública, logo após sua divulgação (exemplo: relatórios financeiros). Dessa maneira, nenhum investidor poderia obter retornos expressivos além do esperado tendo como base as informações divulgadas publicamente, pois os preços rapidamente se ajustam as novas informações.

- **Eficiência Forte:** Nenhum investidor poderá auferir lucros exagerados usando quaisquer informações, sejam elas divulgadas publicamente ou não, isto é, que sejam confidenciais e não foram tornadas públicas.

2.2 DERIVATIVOS E MERCADO FUTURO

Partiu da necessidade de comerciantes transacionarem mercadorias para entrega e pagamento posteriores a data de sua ocorrência, ou seja, em um momento futuro, que surgiu o mercado de derivativos. Tendo como primeiro objetivo garantir o fornecimento e preço do artigo em negociação, de maneira antecipada.

Conforme exemplificado por Molero e Mello (2018), havendo uma negociação entre um moinho e um produtor agrícola pelo produto trigo, antes da colheita do mesmo, essa pode ser considerada uma negociação de derivativos, onde fixa-se o preço, a quantidade e qualidade do trigo que será entregue no futuro.

Dessa forma, como salienta Molero e Mello (2018), pode-se evidenciar que operar derivativos possibilita estar protegido e mitigar risco em transações e/ou negociações, afinal, foi acordado entre as partes, o preço, a quantidade e a forma de acontecimento da negociação.

Entre os tipos de derivativos disponíveis, é possível de acordo com Hull (2016), mencionar os contratos a termo, contratos futuro e opções, como segue:

- **Contrato a termo:** Utilizado para comprar ou vender um determinado ativo em data futura definida, e por um preço específico. É negociado no mercado de

balcão, onde uma das partes do contrato assume a posição comprada (*long*) e concorda em comprar o objeto de negociação na data futura pelo preço definido. Já a outra parte, concorda em vender o objeto de negociação na data futura e pelo preço estabelecido.

- **Contrato futuro:** É como um contrato a termo, onde há o acordo entre duas partes de comprar e vender um objeto de negociação em data futura determinada com preço estabelecido. No entanto, uma diferença é que a negociação de um contrato futuro ocorre em uma bolsa. Com o intuito de possibilitar a ocorrência desse tipo de contrato, a bolsa especifica certas características padronizadas. Utilizando-se desse derivativo, onde as partes envolvidas no contrato não necessariamente se conhecem, porém, a bolsa oferece mecanismos para que ambas as partes estejam garantidas de que o contrato será honrado.

- **Opções:** Há dois tipos de opções, sendo elas: opção de compra (*call*), essa permite ao titular o direito de comprar o ativo negociado até determinada data pelo preço estabelecido. Já a opção de venda (*put*), permite o titular vender o ativo de negociação a preço específico. O preço é conhecido como preço de exercício ou *strike price*.

2.3 CONTRATOS FUTUROS

Ao negociar no mercado futuro, envolve-se compradores e vendedores que buscam fixar preço com vencimento em uma data futura, para determinado ativo ou produto. Dessa maneira, um comprador estabelece o preço de compra de um produto para um período futuro, tendo como objetivo garantir um custo compatível com margem de rentabilidade, prevenindo-se contra uma alta de preço do referido produto.

O vendedor, por sua vez, fixa o preço de venda da sua mercadoria para uma data futura, de maneira antecipada, para proteger-se do risco de queda do preço de seu produto, diminuindo assim o risco na queda do preço e garantindo margem de rentabilidade.

É por meio da bolsa de valores, a B3 para o caso do Brasil, que é possível negociar contratos futuros, Miceli (2017) destaca que nesses contratos constam algumas especificações, definidas pela Comissão de Valores Mobiliários (CVM), tais como: objeto de negociação, cotação, a variação mínima de apregoação, oscilação máxima diária, unidade de negociação, os meses do vencimento, a data de

vencimento, o local de formação do preço e de entrega da mercadoria, o período e os procedimentos de entrega e retirada da mercadoria, a liquidação financeira, o arbitramento, os ativos aceitos como margens de garantia e os custos operacionais.

Alguns termos são utilizados ao tratar-se de uma negociação de futuros, a seguir denominamos cada termo e seu respectivo significado:

- a) **Vencimento:** Ao tratar-se de contratos futuros agrícolas, os mesmos são definidos em função dos principais meses de safra e entressafra do produto, podendo haver disponibilidade mensal ou não;
- b) **Contratos em aberto:** É a quantidade disponível de contratos a serem comprados ou vendidos pelos agentes inseridos nesse mercado, os contratos são abertos ao longo do tempo, desde que sejam vários meses anteriores aos vencimentos, permitindo uma ampla negociação;
- c) **Número de negócios e contratos negociados:** Refere-se as transações ocorridas em um dia, isto é, quantos contratos são negociados em determinada data e quantas negociações ocorreram para isso;
- d) **Volume financeiro:** Contabiliza-se o montante financeiro referente aos contratos negociados em um dia para um referido vencimento futuro. Esse volume resulta da multiplicação de contratos negociados para esse vencimento pelos respectivos preços;
- e) **Preço de abertura, máximo e mínimo:** O primeiro negócio fechado no pregão (após a abertura do mercado para negociações) determina o preço de abertura. Os preços mínimo e máximo são divulgados com intuito do mercado visualizar e tomar conhecimento da oscilação do preço naquele dia. É importante saber se o preço de ajuste está mais perto do máximo ou mínimo, pois pode ser uma tendência de alta ou baixa para o próximo pregão;
- f) **Preço de ajuste:** É o preço do último negócio registrado durante o call eletrônico de fechamento (leilão eletrônico entre compradores e vendedores) – é o mecanismo para apurar o preço de ajuste, refletindo o preço de fechamento, evitando assim manipulações de preço.

Para Hull (2016), um contrato futuro, opção de *hedge*, é definido como o acordo entre duas partes para a comercialização (compra e venda) de um ativo/ produto em data futura por um preço determinado anteriormente. Devido a não necessidade de comprador e vendedor serem conhecidos, esses contratos são geralmente

negociados em bolsa, como por exemplo a Chicago Board of Trade (CBOT) e Chicago Mercantile Exchange (CME), as quais se fundiram formando o CME Group.

Como um complemento dessas informações, na Tabela 1, será apresentado as características técnicas de um contrato futuro operado através da B3, no Brasil.

Tabela 1 – Características técnicas de Contrato Futuro de Soja com Liquidação Financeira

Contrato Futuro de Soja com Liquidação Financeira	
Objeto de negociação	Contrato Futuro Míni de Soja do CME Group
Código de negociação	SJC
Tamanho do contrato	450 sacas de 60kg líquidos (equivalentes a 27 toneladas métricas).
Cotação	Dólares dos Estados Unidos por saca, com até duas casas decimais.
Varição mínima de apregoação	US\$0,01
Lote padrão	1 contrato
Último dia de negociação	2º dia útil anterior ao mês de vencimento
Data de vencimento	2º dia útil anterior ao mês de vencimento
Meses de vencimento	Janeiro, março, maio, julho, agosto, setembro e novembro

Fonte: Elaboração do autor com base nos dados da B3 (2023).

Quando negociados, os contratos futuros, como observam Molero e Mello (2018), podem se dar por liquidação física ou por diferença, onde a primeira compreende a entrega da mercadoria, havendo em conjunto a liquidação financeira. A segunda, por sua vez, consiste na não entrega de mercadoria física, ocorrendo somente a liquidação financeira, na qual as contrapartes acordam o pagamento entre o preço a termo e o preço de mercado. Em território brasileiro, a bolsa de maior expressão na negociação de contratos futuros que envolve *commodities* é a B3.

2.4 CONCEITUALIZAÇÃO DE *HEDGE* E RAZÃO ÓTIMA DE *HEDGE*

O *hedge* pode ser descrito como o conjunto de estratégias adotadas para proteger e executar a minimização ou controle de possíveis perdas originadas por variações imprevistas no mercado (DUARTE JR., 1999; JUNQUEIRA; SAES, 2006).

De acordo com Leuthold, Junkus e Cordier (1989) entende-se por *hedge* o mecanismo de executar uma transferência de risco entre ativos e/ ou produtos, isso ocorre através do risco de base. A base é a diferença do preço da *commodity* no mercado físico à vista, ou seja, onde ela está sendo comercializada no momento presente, para o preço futuro de determinado contrato disponível. Através da equação a seguir (1), pode-se visualizar como encontrar a base:

$$B_t = S_t - F_t \quad (1)$$

Onde:

B_t = base na data t;

S_t = preço *Spot* (preço no mercado à vista) na data t;

F_t = preço no mercado futuro na data t.

Assim, o risco de base é entendido como as variações que ocorrem em B_t , segundo Chen, Lee e Shrestha (2003), este é o responsável de que não seja eliminado totalmente o risco da operação, onde conceitua-se o *hedge* como a combinação de ativos no mercado à vista e futuro visando obter uma carteira que reduza as flutuações em seus valores, ou seja, uma carteira que sofra menos impactos nos preços devido aos choques que ocorrem na economia.

O valor da base pode ser positivo ou negativo, na primeira opção, é necessária a condição de que o preço no mercado à vista seja superior ao preço no mercado futuro e, na segunda opção, o preço no mercado futuro seja superior ao preço no mercado à vista, conforme definição dada por Leuthold, Junkus e Cordier (1989).

São fatores determinantes para a formação da base, conforme destaca Zinato (2012), a localização do *hedger* e o local de entrega da mercadoria física, sendo esse justificado pelos custos de transportes e, também, a diferença no preço à vista (*spot*) no ponto de entrega para o preço da mesma *commodity* na bolsa, sendo explicado

então pelos custos de armazenagem, mão de obra, lucro de vendedores e escassez do produto.

Por meio da teoria do portfólio embasa-se o cálculo da razão ótima de *hedge* e efetividade do *hedge*. Markowitz (1952) evidenciou que, ao combinar diversos ativos, é possível criar uma carteira diversificada cujo potencial de lucro é determinado pela média ponderada dos retornos de cada ativo, resultando em uma otimização mais eficaz do equilíbrio entre risco e retorno.

De acordo com Medeiros, Cunha e Wande (2013), apud Hull (1966), a razão ótima de *hedge* se refere a proporção negociada de contratos via bolsa em relação ao total de contratos de venda. Tal razão é importantíssima pelo motivo de determinar o montante de custos e benefícios da operação, pois esses fatores dependem do volume negociado. Encontrar uma relação que reduz o risco em ambos os mercados por meio do *hedge* ótimo ou de variância mínima é uma das estratégias para gerenciar os riscos. O *hedge* varia entre 0 e 1, onde quanto mais próximo de 0 menos efetivo e quanto mais próximo de 1 mais efetivo, ou ainda se for igual a 1 pode ser considerado como *hedge* perfeito.

Buscando o aprimoramento da teoria do portfólio, inúmeras foram as contribuições teóricas para uma melhor determinação da razão ótima de *hedge* (ROH). Menciona-se Johnson (1960), como pioneiro na realização da derivação da razão ótima de *hedge* de variância mínima (ROHVM), além de Ederington (1979) e Myers e Thompson (1989) que realizaram estudos baseando-se no *hedge* estático, com propósito de obter a ROH por meio do método de mínimos quadrados ordinários (MQO) e processos autorregressivos (AR).

Para compreender o *hedge* de variância mínima e a razão ótima de *hedge*, Hull (2005), define a receita do *hedge* por:

$$Rh = S(P_t - P_{t-1}) - F(f_t - f_{t-1}) \quad (2)$$

Onde, considerando um *hedge* de venda, temos que:

Rh = receita da carteira;

S = posição no mercado à vista;

F = posição no mercado futuro;

P_t = preço de compra no mercado à vista (*spot*) no tempo t ;

P_{t-1} = preço de venda no mercado à vista no tempo $t - 1$;

f_t = cotação do preço futuro realizada no tempo t com vencimento futuro;
 f_{t-1} = cotação referente à compra de contrato futuro para encerrar a posição com vencimento futuro.

Dividindo-se ambos os lados da equação 2 por S obtém-se:

$$\frac{Rh}{S} = (P_t - P_{t-1}) - F(f_t - f_{t-1}) \quad (3)$$

E então, encontra-se a razão ótima de *hedge* dada as transformações algébricas necessárias, da seguinte forma:

$$h = \frac{F}{S} \quad (4)$$

Isso significa que, a razão entre a posição no mercado futuro e posição no mercado à vista é ótima pois minimiza a variância da receita do *hedge*. A fórmula para variação da receita da estratégia de *hedge* é expressa por:

$$\sigma_h^2 = \sigma_p^2 - 2h\sigma_{pf} + h^2\sigma_f^2 \quad (5)$$

Ao realizar a derivada da equação 5 com relação a h e igualando a zero, pode-se obter:

$$h^* = \frac{\sigma_{pf}}{\sigma_f^2} \quad (6)$$

Onde:

σ_{pf} = covariância entre as variações de preço no mercado à vista e no mercado futuro;

σ_f^2 = variância da variação do preço no mercado futuro.

Ao efetuar a divisão da covariância entre as variações no preço no mercado à vista e no mercado futuro pela variância da variação do preço no mercado futuro

visualiza-se a razão ótima de *hedge* que minimiza a variância da receita (equação 6). Realizando a substituição da equação 6 na equação 5 encontra-se a variância do *hedge* ótimo na equação 7 e dada as derivações necessárias a equação 8:

$$\sigma_{h^*}^2 = \sigma_p^2 - 2h^* \sigma_{pf} + h^{*2} \sigma_f^2 \quad (7)$$

$$\sigma_h^2 = \sigma_p^2 - \left(\frac{\sigma_{pf}^2}{\sigma_f^2} \right) \quad (8)$$

Onde:

σ_h^2 = variância da receita da carteira com a razão ótima de *hedge*;

σ_p^2 = variância da receita da carteira sem *hedge*.

A eficácia do *hedge* é representada pela fração da variação da receita que pode ser mitigada ao usar uma carteira com h^* :

$$(E) = 1 - \frac{\sigma_h^2}{\sigma_p^2} \quad (9)$$

Se substituirmos a equação 8 na equação 9, tem-se que:

$$(E) = \frac{\sigma_{pf}^2}{\sigma_f^2 \sigma_p^2} = p^2 \quad (10)$$

Na equação 10, p representa o coeficiente de correlação entre as mudanças nos preços à vista e no mercado futuro. A efetividade do *hedge* utilizando-se a razão ótima (h^*) é o quadrado do coeficiente de correlação entre as alterações nos preços à vista e a futuro e, será mensurada por variações entre 0 e 1, onde 0 indica que não há efetividade, e 1 que há efetividade máxima. Junkus e Lee (1985), exemplificam que em uma regressão estimada por Mínimos Quadrados Ordinários (MQO), considerando uma regressão simples ($Y_t = B_0 + B_1 X_1 + \varepsilon_t$) Y_t é a variável a ser explicada, B_0 o intercepto, o coeficiente de inclinação B_1 é igual h^* , ou seja, a variância da receita da operação e com isso é dada a estimativa da razão ótima de *hedge* de variância mínima, X_1 é a variável explicativa e ε_t o termo do erro. Seguindo na mesma

regressão, o coeficiente de determinação R^2 é o quadrado do coeficiente de correlação (ρ^2) e segundo Ederington (1989) ele indica a efetividade da operação no mercado em reduzir o risco de preço e com isso tem-se a efetividade do *hedge*.

3 REVISÃO DE LITERATURA

Nessa etapa, busca-se elucidar os resultados das operações de *hedge* para a *commodity* soja, realizando uma revisão bibliográfica acerca do assunto que demonstra a importância da proteção do preço das *commodities* visando diminuir os riscos da atividade desenvolvida pelo produtor agrícola.

Inicialmente, destaca-se o estudo de Tonin *et al.* (2008), o qual analisou a relação do preço da soja no mercado físico à vista para as regiões de Maringá e Paranaguá, localizadas no estado do Paraná, com preços futuros na BM&F e na CBOT. Foi utilizado o período de 2003 a 2008. Como resultado, obteve-se melhor efetividade nos contratos da BM&F em relação aos contratos da CBOT, com efetividade de 61,67% e razão ótima de *hedge* de 42,61% para a região do Porto de Paranaguá. O modelo utilizado pelos autores foi o modelo generalizado de Myres e Thompson (1979).

Souza (2020), verificou a razão ótima e efetividade do *hedge* para a soja nos municípios de Rio Verde, Jataí e Cristalina, no estado de Goiás. Obteve os dados por meio Instituto para o Fortalecimento da Agropecuária de Goiás (IFAG) para os preços do mercado à vista e para os preços do mercado futuro por meio da bolsa brasileira, B3. Através do modelo de Eangle-Granger com mecanismo de correção de erros alcançou os resultados de 61,30% de razão ótima de *hedge* e 51,30% de efetividade de *hedge* para Rio Verde, 60,80% de razão ótima de *hedge* e 53,50% de efetividade de *hedge* para Jataí e 54,80% de razão ótima de *hedge* e 54,00% de efetividade de *hedge* para Cristalina.

Medeiros, Cunha e Wande (2013), ao avaliarem os resultados da razão ótima de *hedge* para municípios de Rio Verde (Goiás) e Sorriso (Mato Grosso), pela estimação de MQO, demonstraram ROH de 53,88% e 69,44% para uma efetividade de 42,47% e 52,85% respectivamente.

No período de 2019 e 2020, Matsenbach (2021), estimou a razão ótima e efetividade do *hedge* através de contratos futuros na B3, utilizando da região de Paranaguá, no estado do Paraná, como referência para o preço no mercado à vista. Realizando a estimação de cinco modelos de mínimos quadrados ordinários (MQO), o de melhor eficácia foi o que seguiu a formulação proposta por Myers e Thompson (1989). Obteve-se razão ótima de *hedge* de 72,41% e efetividade de 46,54%.

No estudo descritivo-quantitativo realizado por Rocha et al. (2010), foi determinada a proporção ideal de *hedge* para a soja brasileira no período entre 2005 e 2006. A estratégia de *hedge* de mínima variância encontrada envolveu a alocação de 64,75% em contratos futuros, resultando em uma eficácia de 42,32%. Os dados foram obtidos pelas séries temporais através do preço da soja Esalq/BM&F e a cotação do ajuste diário da BM&F.

Evidencia-se assim, que as pesquisas realizadas acerca da temática abordada, recorrem ao uso de modelos de estimação da combinação ótima por meio do método de MQO, destacando os resultados atingidos principalmente pelo que propõem Myers e Thompson (1989).

4 CARACTERIZAÇÃO DO AMBIENTE DE NEGÓCIOS PARA O MERCADO DE SOJA

Nesse capítulo, busca-se elucidar o quão grande é o mercado da *commodity* soja e sua importância no cenário nacional e internacional.

4.1 COMMODITY SOJA E OS RISCOS DA ATIVIDADE AGRÍCOLA

Considerando especificamente o caso da soja, a mesma é considerada uma *commodity*, que de acordo com Martits (1998), pode ser dividida em três categorias: farelo, grãos e óleo. É possível constatar ainda que, derivam dessas distintas categorias, produtos que servem de alimentos para animais, alimentos apropriados para dietas específicas, alimentos infantis, bebidas, cereais, óleo de cozinha, dentre outros produtos diversos. Além disso, é possível utilizá-la como energia, através da produção de biodiesel, substituindo assim o diesel derivado do petróleo, o que representa uma fonte de energia mais limpa e, por consequência, não poluente ao meio ambiente.

Pelo termo *commodity*, de acordo com Molero e Mello (2018), admite-se considerar um ativo físico padronizado, sendo este de vasta negociação nos mais diversos locais, podendo ser transportado e armazenado por longo período de tempo. Outrossim, a *commodity*, devido a sua padronização proporciona maior volume de negociações, ocasionando uma maior liquidez.

Em tais circunstâncias, é possível negociar *commodities* em diferentes mercados. Considerando o mercado à vista, este envolve a entrega física do produto de maneira imediata, ou seja, após produzido e colhido, entrega-se o grão em um armazém e recebe-se o valor da cotação do momento atual do mesmo. Ainda podemos considerar a possibilidade de negociação no mercado de derivativos, que se dá por meio da negociação de contratos futuros, contratos a termo ou opções.

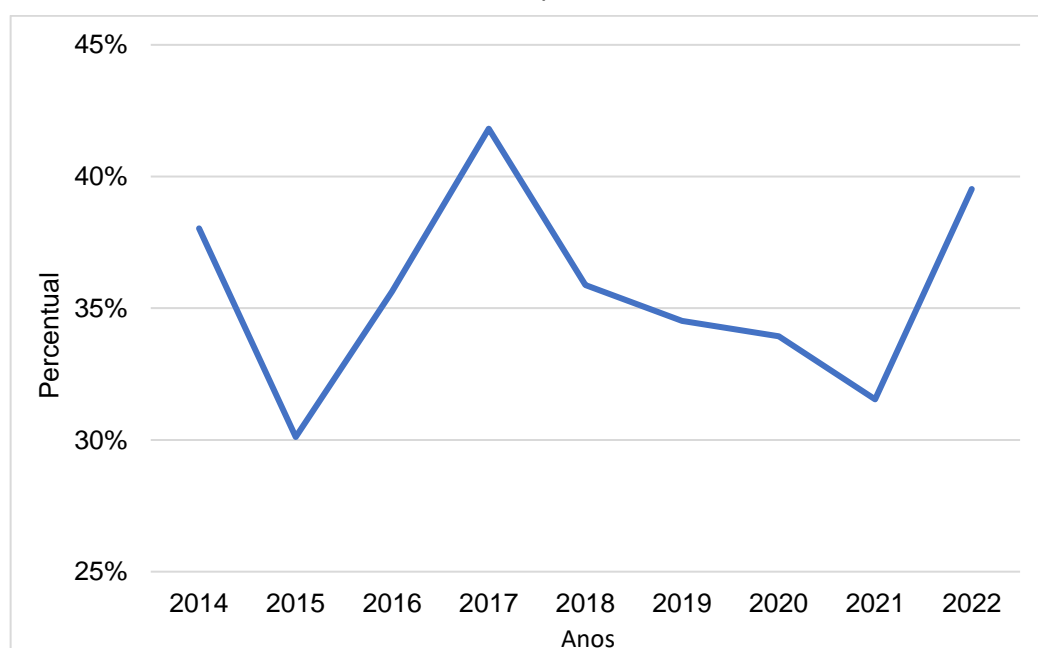
Para o desenvolvimento da cultura da soja, levanto em conta o que é necessário para constituir uma lavoura, devemos considerar a composição de custos, através de uma série de insumos que são utilizados no desenvolvimento da cultura do produto. Para Araújo (2020), considera-se custeio da lavoura a despesa com corretivos de solo, fertilizantes, agroquímicos (também denominados de defensivos agrícolas), compostos orgânicos, materiais genéticos, sementes, serviços

agropecuários (assistência técnica, treinamentos, elaboração de projetos, entre outros).

Miceli (2017) ao levar em conta questões referente ao risco envolvido na cultura e a formação de preço do produto, considera que os produtores compram os insumos entre os meses de agosto e setembro para realizarem o plantio da safra, a qual será colhida no verão, entre janeiro e maio. Dessa maneira, observa que a variação cambial que ocorre entre o início e fim do ciclo produtivo pode resultar em elevados riscos e ocasionar grandes prejuízos, pois, se o câmbio for maior na hora da aquisição dos insumos e menor no instante das vendas, o produtor arcará com uma perda financeira. Para se precaver de eventuais riscos de mercado, uma forma segura a ser utilizada, é a realização de *hedge* de preço futuro, afim de cobrir ao menos parte de seus custos, devendo, antecipadamente, vender contratos futuros ou comprar opções de venda.

É possível mensurar os custos básicos a serem enfrentados na produção de soja, isto é, os insumos necessários e sua representatividade a cada hectare plantado, através dos dados divulgados pela Federação da Agricultura do Rio Grande do Sul (FARSUL), conforme pode-se visualizar no Gráfico 1, onde está demonstrada a evolução dos custos básicos de produção de soja para o período 2014-2022:

Gráfico 1 – Custos básicos de produção de soja no período de 2014 a 2022 no estado do Rio Grande do Sul em % por hectare.



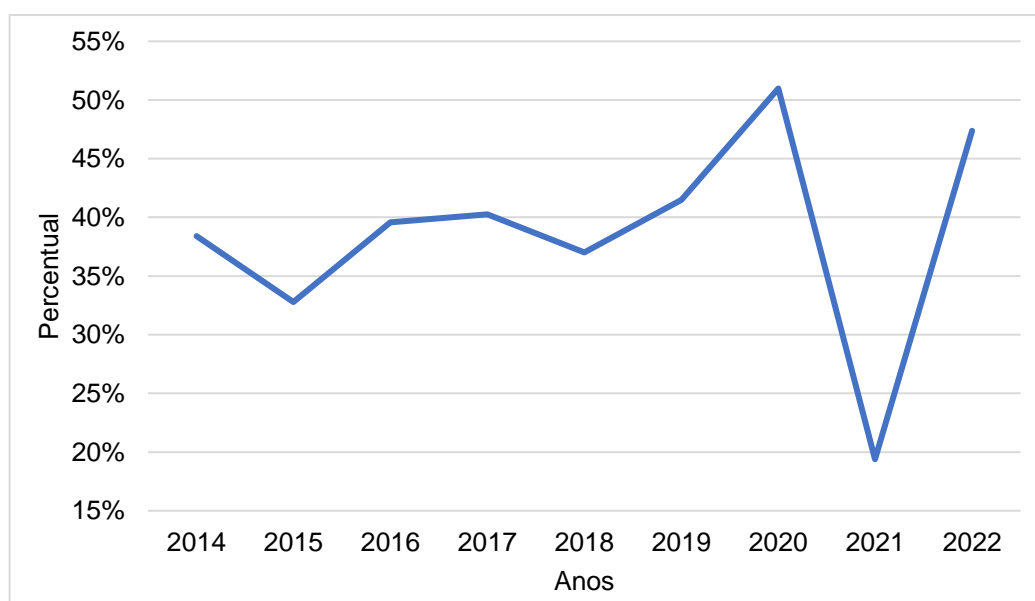
Fonte: Elaborado pelo autor a partir de dados da FARSUL (2023).

Nota-se que o custo envolvendo assistência técnica, fertilizantes, defensivos e sementes, ficou aproximadamente entre 30% (menor custo) e 41% (maior custo). De tal maneira, fica evidenciado, que de todo o custo para produzir uma lavoura, o produtor rural, precisa para poder iniciar a atividade, alocar entre 30% a 40% dos seus recursos em insumos básicos. A média dos custos para o período total ficou em 35,67%.

Já no período de 2014 a 2019, os anos de menores e de maiores custos seguiram a mesma proporção de 2014 a 2022. A média, por sua vez, foi um pouco maior, ficando em 36%, pelo fato de que foi a safra 2021, a qual ocorreu em meio a pandemia, que permitiu uma compra de insumos para produção a preços menores, quando comparado as receitas obtidas no período, baixando assim a média da série histórica.

Após o plantio, fase de desenvolvimento, tem-se o momento de colheita e, com isso, é possível auferir a produtividade obtida em sacas por hectare, que quando multiplicadas pelo preço do saco de 60kg, resulta na receita bruta por hectare. A partir disso, com os dados disponibilizados pela FARSUL, é possível obter o percentual que os custos com insumos básicos representam na produção total, conforme pode-se observar no Gráfico 2, que segue:

Gráfico 2 – Percentual da produção obtida por hectare alocada para os custos básicos de produção de soja no período de 2014 a 2022.



Fonte: Elaborado pelo autor a partir de dados da FARSUL (2023).

É possível avaliar que no decorrer dos anos, a alocação de recursos para a produção de soja destinou-se em média 38,59% para os custos básicos de produção (assistência técnica, defensivos, fertilizantes e sementes) no período de 2014 a 2022. Durante os anos considerados, o ano de menor alocação foi o de 2021 com 19,39% e o de maior alocação foi 2020 com 50,98%, ocorrendo durante a pandemia.

Ao longo de 2014 a 2019, a média de alocação da produção de soja para os custos básicos foi de 38,26%, nesse lapso temporal, o ano com menor alocação foi 2015 com 32,77% e com maior foi 2019 atingindo a marca de 41,48%.

4.2 PREÇOS, ESTOQUES, EXPORTAÇÕES E CONSUMO MUNDIAL

Segundo Adam Smith (1776) e a teoria da mão invisível, em uma economia livre, sem intervenções, a mesma se regula de forma espontânea, ou seja, como se uma mão invisível determinasse a formação dos preços através da dinâmica de ajustamento entre oferta e demanda.

Apesar do Brasil ser um grande produtor e exportador de soja, verifica-se, de acordo com Aguiar e Barros (1991), Neves (1993) e Lazzarani (1997) que o País é tomador de preços no mercado externo, ou seja, o preço no mercado internacional é que influencia o preço interno.

Horngren, Datar, Foster (2005) citam três determinantes que colaboram para a formação dos preços, sendo elas: estoque mundial, prêmio e taxa de câmbio. Sendo que, essas implicam diretamente em outras duas questões centrais: a relação de oferta e demanda para a determinação dos preços.

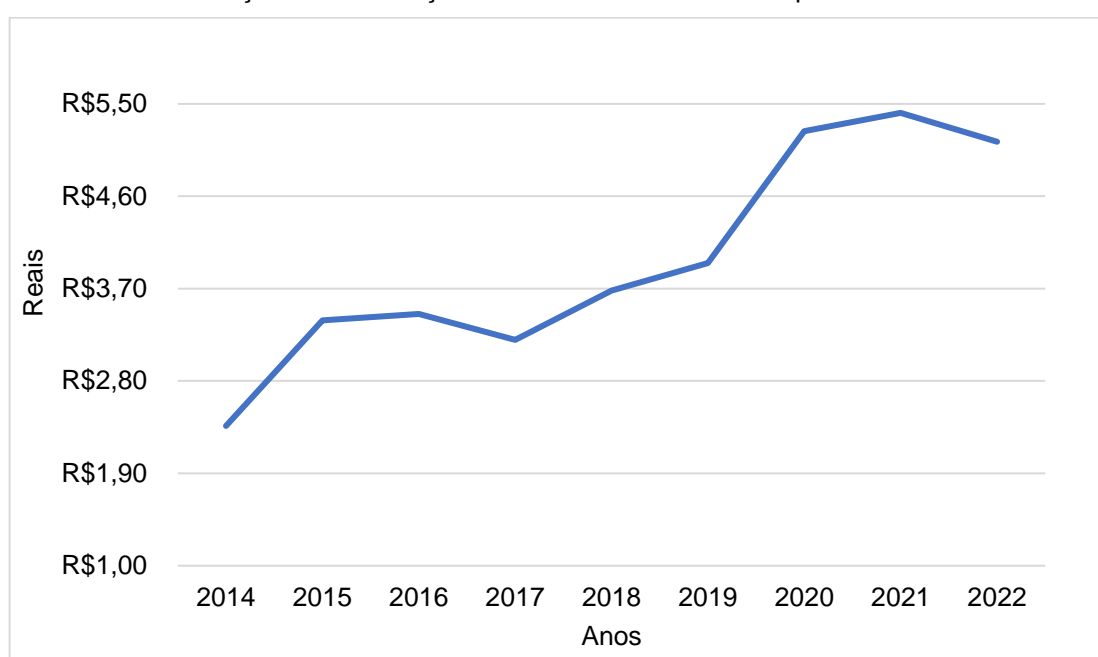
O Brasil é um País tomador de preços da soja, mesmo sendo o maior produtor do mundo atualmente, Margarido e Sousa (1998), constataram em seus estudos, que o preço doméstico da soja é influenciado por variações que ocorrem no mercado internacional, ou seja, o País não é formador de preços e esses são cotados nas principais bolsas internacionais, cabendo destaque principalmente para a Chicago Board of Trade (CBOT), tanto é que para a negociação de contratos futuros é realizado a conversão de dólar para real conforme cotação diária. Dessa maneira, o *hedge* se torna ainda mais atraente, pois, trás segurança as rápidas reflexões informacionais que impactam os preços.

Possuindo grande importância no preço da comercialização, a variação do Dólar frente o Real ao longo da série histórica de 2014 a 2022, sofreu influências da

instabilidade política e econômica vivenciada no Brasil, como o da recessão econômica entre 2015 e 2016, o impeachment da presidente Dilma Rousseff, em 2016, e a ação de políticas monetárias e fiscais adotadas pelo governo federal durante o período, medidas que impactam diretamente no valor da moeda do País, conforme observa Mankiw (2021).

Podemos visualizar o comportamento do valor do dólar no Gráfico 3, que descreve a evolução do valor dólar frente ao real no período 2014-2022:

Gráfico 3 – Evolução da Valorização do Dólar frente ao Real no período de 2014 a 2022.

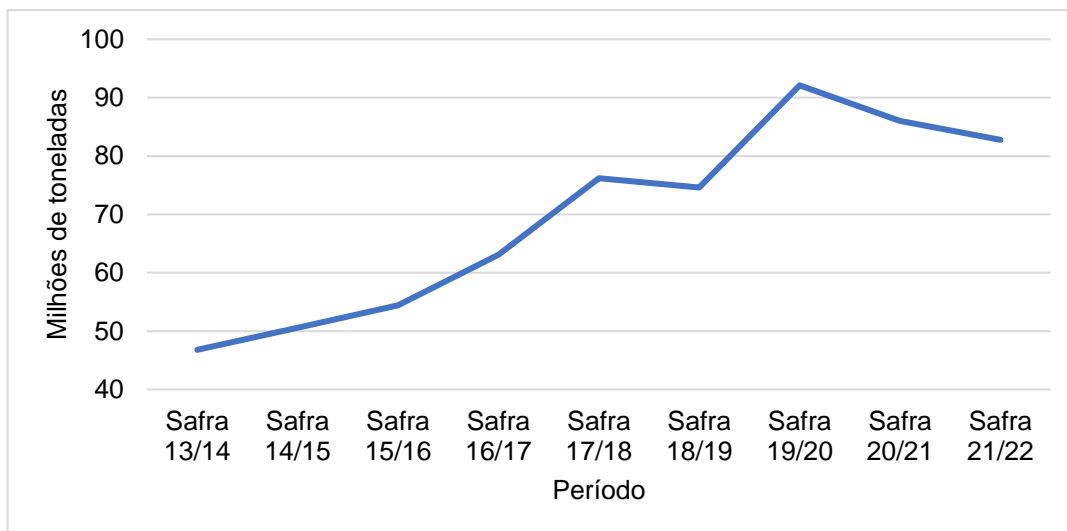


Fonte: Elaboração do autor a partir de dados do Investing (2023).

Percebe-se que houve uma expressiva desvalorização da moeda brasileira durante o período considerado, o que se reverte em aumento de competitividade dos produtos nacionais, favorecendo para um aumento das exportações no decorrer dos anos considerados.

Como é possível constatar no Gráfico 4, temos que as exportações brasileiras aumentaram de 41,9 milhões de toneladas para 82,8 milhões de toneladas, no respectivo período.

Gráfico 4 – Exportações brasileiras de soja no período da safra 2013/2014 a 2021/2022 em milhões de toneladas

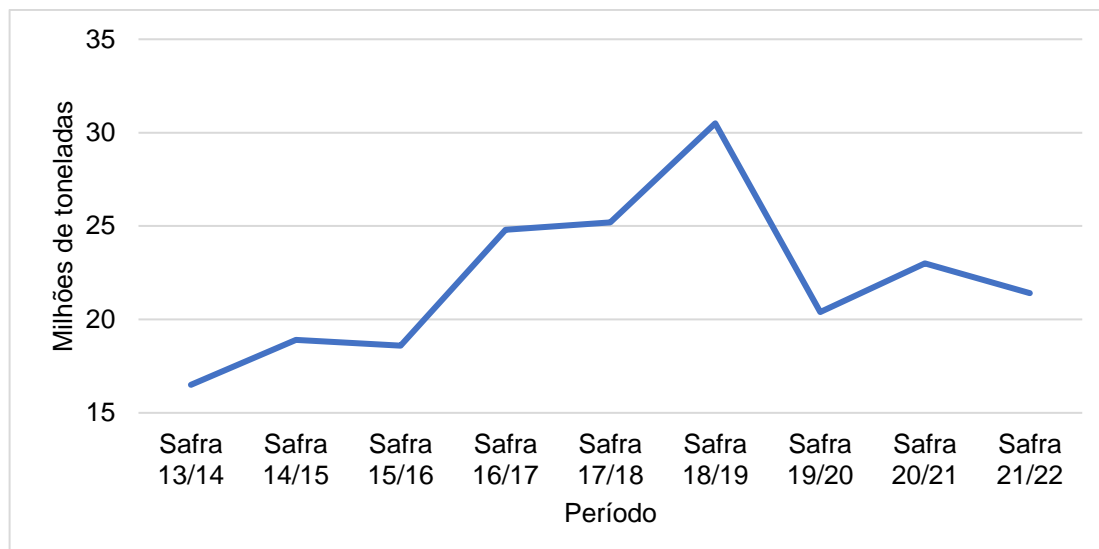


Fonte: Elaboração do autor a partir de dados do Informativo DEAGRO, da FIESP baseado no relatório USDA (2023).

As exportações, de fato, aumentaram no decorrer do período em análise, tendo como variáveis que impactaram, a perda de valor da moeda e a expansão do consumo mundial.

Ao referir-se aos estoques mundiais de soja, de acordo com o Informativo DEAGRO (2022), eles sofreram ao redor do mundo as seguintes variações ao longo dos ciclos agrícolas: na safra 2013/2014 o Brasil teve estoque de 15,8 milhões de toneladas, já na safra 2021/2022 o estoque foi de 21,4 milhões de toneladas, conforme podemos observar no visualizado no Gráfico 5.

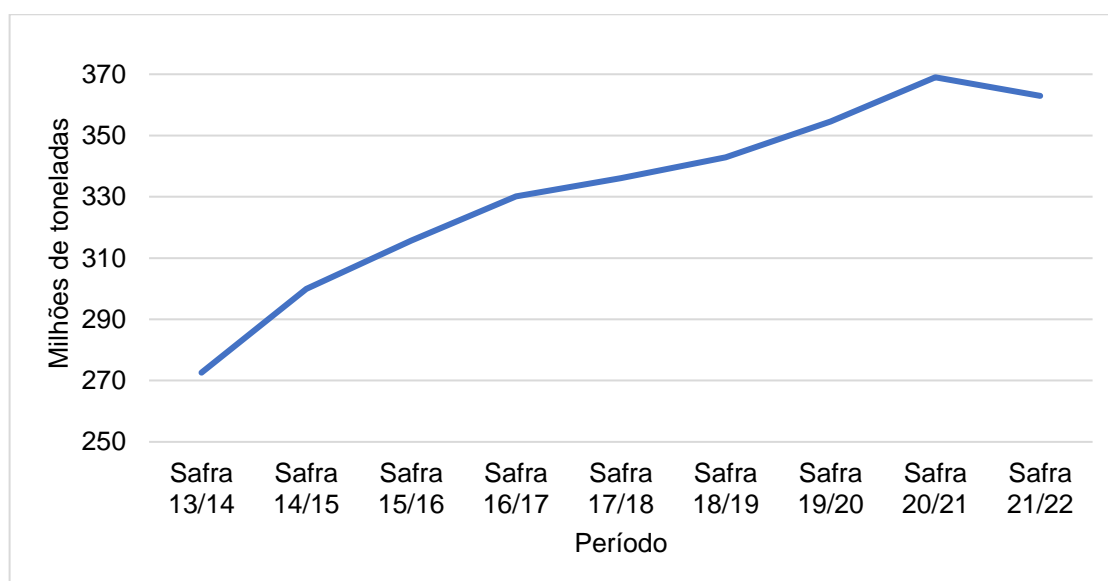
Gráfico 5 – Movimento do estoque brasileiro de soja no período da safra 2013/2014 até a safra 2021/2022 em milhões de toneladas.



Fonte: Elaboração do autor a partir de dados do Informativo DEAGRO, da FIESP baseado no relatório USDA (2023).

O consumo mundial também demonstrou significativo aumento, se elevando de 258,3 milhões de toneladas, na primeira safra, para 362,9 milhões de toneladas, na última safra, como fica evidenciado no Gráfico 6.

Gráfico 6 – Consumo mundial de soja no período da safra 2013/2014 a 2021/2022 em milhões de toneladas.



Fonte: Elaboração do autor a partir de dados do Informativo DEAGRO, da FIESP baseado no relatório USDA (2023).

Ressalta-se o consumo chinês que na safra 2013/2014 foi de 80,3 milhões de toneladas e em 2021/2022 foi de 108,7 milhões de toneladas.

Diante do exposto, é válido mencionar que a produção brasileira passou de 86,7 milhões de toneladas na safra 2013/2014 para 125,0 milhões de toneladas na safra 2021/2022, através dos dados divulgados pelo Informativo DEAGRO (2022).

Os prêmios, em contratos futuros, são uma espécie de seguro, onde o *hedger* paga antecipadamente um valor para ter o direito de executar no futuro o contrato pré definido, ou seja, vender ou comprar a preço estabelecido em data futura.

A soja brasileira, define Canziani e Guimarães (2006), tem preço referenciado pela Bolsa de Chicago (CBOT), além disso, soma-se o prêmio de exportação, o qual reflete um ágio/deságio de preços sobre as cotações da soja na bolsa citada. A existência do prêmio é devido ao fato de as cotações do "complexo soja" na Bolsa de Chicago priorizarem a análise das condições de oferta e demanda nos Estados Unidos, tanto para o mercado interno americano quanto para as relações comerciais dos Estados Unidos com o restante do mundo.

Conseqüentemente, o valor do prêmio para a soja brasileira, considerando que aproximadamente três quartos da produção brasileira de soja são exportados como grãos ou derivados, refletem as diferenças nas condições de oferta e demanda entre os Estados Unidos e o Brasil. Esse prêmio é negociado entre os exportadores brasileiros e os importadores mundiais.

Assim, ainda de acordo com os autores, os prêmios, tal qual as cotações da soja e seus derivados negociados na Bolsa de Chicago, acontecem com antecedência em relação à data de vencimento. É comum que os prêmios de exportação sejam negociados para embarques a serem realizados em um período de um ano ou mais.

Dada a apresentação dos mais diversos riscos existentes na produção agrícola, ou seja, a dependência de diversos fatores externos ao controle do produtor rural é possível afirmar, de acordo com Bernstein e Damodaran (2000) que, para mistigar riscos é preciso gerir o risco de forma eficaz, ou seja, decidir o quanto de risco deve-se proteger e o custo para tal. O *hedge* é uma opção para diminuir riscos, atuando no mercado futuro, por meio dos contratos futuros.

5 ASPECTOS METODOLÓGICOS

Esse capítulo busca complementar a fundamentação para que seja possível a análise sobre as múltiplas estratégias de *hedge*, com isso, será abordado as fontes dos dados utilizados, as transformações realizadas, os testes estatísticos efetuados na série temporal e, também, os modelos empíricos a serem estimados com base no método dos Mínimos Quadrados Ordinários (MQO), de acordo com a literatura proposta.

Será, a partir disso, mensurado e comparado os resultados considerando dois períodos, o período entre 2014 a 2022 que contempla os anos de enfrentamento da pandemia do COVID-19, e o período entre 2014 a 2019, que exclui o período crítico da crise sanitária enfrentada, com o intuito de verificar as diferenças da razão ótima de *hedge* e a efetividade de *hedge*, considerando as circunstâncias técnicas distintas enfrentadas, ponderando um período de relativa normalidade e o período que inclui situações adversas que fogem do controle.

5.1 DADOS UTILIZADOS

A obtenção de dados para o referido estudo se deu por meio de distintas fontes. O preço da soja, isso é, o preço à vista do dia, foi obtido através da Federação da Agricultura do Rio Grande do Sul (FARSUL). O cálculo desse indicador é divulgado, também, pelo Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (CEPEA) e os valores são cotados em Reais por saca de 60kg.

Para os dados referente aos contratos futuros, foram obtidos através da bolsa de valores brasileira, B3. É disponibilizado a série histórica de contratos negociados e seus respectivos valores, estes em dólares. Dessa maneira ocorre a necessidade da conversão para Real, assim como acontece com o preço no mercado à vista, em que, nos contratos futuros o preço se dá em Dólar por saca de 60kg. A conversão ocorreu para Reais por meio da taxa de referência PTAX, divulgada pelo Banco Central do Brasil (Bacen).

Através da B3, adotou-se, para o referido estudo, os dados referentes aos minicontratos de soja norte-americano (SJC), disponibilizado para comercialização a partir de 2012. Destaca-se que ao tratar de contratos futuros realizados através da

bolsa de valores brasileira, o mesmo acontece apenas por meio de liquidação financeira, sem entrega física do produto.

Por tratar-se de um longo período de análise, a saber, entre 02 de janeiro de 2014 a 30 de dezembro de 2022, optou-se pela utilização dos dados em valores mensais. Tal decisão totalizou 108 observações. Optou-se por um período maior de estudo para evidenciar se no longo prazo adotar estratégia de *hedge* via contratos futuros é de fato ferramenta útil e eficaz na gestão de risco da produção agrícola de soja.

E para efeitos de comparações, analisou-se o período de 02 de janeiro de 2014 a 30 de dezembro de 2019, o qual é considerado apenas o período que antecede à pandemia do COVID-19.

Como o *hedge* está sendo tratado para evitar perdas com a queda do preço, essa comparação se faz necessária a fim de mensurar se houve diferença nos preços à vista e futuros em decorrência de fatores que não são tecnicamente controlados, como é o caso quando incluímos o período de crise sanitária do COVID-19.

A realização dos testes econométricos e estimação dos modelos selecionados ocorreram através da utilização do *software* Eviews 12 Student Lite.

5.2 TESTE DE RAIZ UNITÁRIA

Inicialmente, ao trabalhar com séries temporais, verifica-se como a série se comporta contra o tempo, de forma onde tenta evidenciar tendências no decorrer do período, sejam de crescimento ou decréscimo. Por isso, na parte primária de análises, o padrão de comportamento das séries utilizadas é avaliado realizando-se os testes formais para os preços em nível e em primeira diferença.

Para uma série temporal ser considerada estacionária é necessário que ela apresente média e variância constantes ao longo do tempo, conforme observa Gujarati e Porter (2011). Uma série não estacionária é aquela que não cumpre os requisitos citados, implicando assim na inviabilidade de obter-se resultados confiáveis. Sendo assim, é de extrema importância garantir a estacionariedade das séries para garantir resultados genuínos originados pelas regressões lineares.

5.2.1 Dickey – Fuller Aumentado (ADF) e Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin (KPSS)

Seja uma série não estacionária, tal fato pode ocasionar em uma regressão espúria, de acordo com Tonin *et al* (2008), isso significa apresentar valores errôneos que não satisfazem a realidade dos fatos.

Para sanar as incertezas da série ser ou não estacionária é realizado o teste de raiz unitária de Dickey-Fuller Aumentado (ADF) e também o teste Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin (KPSS) como teste comprobatório. Sendo uma série, não estacionária em nível, é necessário, de acordo com Gujarati e Porter (2011), realizar a diferenciação das séries d vezes. A série originada desse processo são chamadas de integrada de ordem d , ou $I(d)$. Na maioria das vezes, as séries tornam-se estacionárias com uma diferenciação. O teste ADF, consiste, em primeira etapa, estimar a equação (11) a seguir:

$$\Delta y_t = B_1 + B_2 t + \delta Y_{t-1} + \sum_{i=1}^m \alpha_i \Delta Y_{t-1} \varepsilon_t \quad (11)$$

Sendo as hipóteses do teste:

$H_0: \delta = 0$, há presença de raiz unitária e a série é não estacionária ou possui tendência estocástica;

$H_1: \delta < 0$, não há presença de raiz unitária e a série é, portanto, estacionária.

Posto isto, $\Delta Y_{t-1} = (Y_{t-1} - Y_{t-2})$, $\Delta Y_{t-2} = (Y_{t-2} - Y_{t-3})$ e assim, sucessivamente. De tal maneira, se o valor da estatística τ (tau) for maior que os valores críticos do teste, rejeita-se a hipótese nula ($H_0: \delta = 0$) de não estacionariedade da série. Se, o valor calculado de τ não for maior que os valores críticos, não rejeita-se a referida hipótese nula ($H_0: \delta = 0$).

Proposto por Denis Kwiatkowski, Peter C. B. Phillips, Peter Schmidt e Yongcheol Shin, o teste KPSS diferencia-se do teste ADF pois testa como hipótese nula a ausência de raiz unitária. Dessa maneira, temos que:

H_0 : A série é estacionária;

H_1 : A série apresenta raiz unitária, por tanto não é estacionária.

Seja X_t , com 1, 2, ..., N observações de uma série temporal a qual tem-se por objetivo testar sua estacionariedade. Suponha a possibilidade de decompor a série em componentes de tendência, passeio aleatório e erro, onde r_t é o passeio aleatório. E que μ_t é independente e identicamente distribuída, com média zero e variância σ_μ^2 .

$$X_t = \xi t + r_t + \varepsilon_t \quad (12)$$

$$r_t = r_{t-1} + \mu_t \quad (13)$$

Agora, considerando que $\varepsilon_t, t = 1, 2, \dots, N$ os resíduos de uma regressão em y explicado pelos componentes de tendência, passeio aleatório e intercepto. Chamamos σ_ε^2 de estimador para variância dos erros, ou seja, $\sigma_\varepsilon^2 = \frac{SQE}{N}$. A soma parcial dos resíduos e estatística de teste são dadas pelas equações 14 e 15.

$$S_t = \sum_{i=1}^t e_i, t = 1, 2, \dots, T \quad (14)$$

$$LM = \sum_{i=1}^t \frac{S_t^2}{N^2} \sigma_\varepsilon^2, t = 1, 2, \dots, T \quad (15)$$

Assim, é possível mostrar que a estatística tem distribuição que converge assintoticamente para um Movimento Browniano em que seus valores críticos são tabelados. (KWIATKOWSKI ET AL, 1992).

5.3 CRITÉRIO DE INFORMAÇÃO DE AKAIKE (AIC) E BAYESIANA (BIC)

Conforme mencionado por Bozdongan (1987), estatisticamente é de valiosa importância a escolha do modelo apropriado para uma efetiva análise de dados. Procura-se, portanto, o modelo mais simples, ou seja, aquele que requer o menor número de parâmetros a serem estimados, e que ainda consiga explicar especificamente o comportamento da variável de resposta.

Proposto por Akaike (1974), o AIC utiliza de conceitos da teoria da informação para um modelo com m parâmetros, estimados de forma independente e então mensura-se a qualidade de ajustamento. O AIC representa uma medida relativa da

qualidade do ajuste de um modelo estatístico estimado. Visualiza-se o Critério de Informação de Akaike como:

$$AIC(m) = -2 \ln(l) + 2m \quad (16)$$

Na equação 16, l é função da máxima verossimilhança. O AIC tem como modelo “mais ajustado” aquele que possui menor valor para $AIC(m)$.

Já o Critério de Informação Bayesiana, é conhecido também por Critério de Schwarz, o qual foi explicitado em um estudo denominado “*Estimating the Dimension of a Model*” de autoria de Gideon E. Schwarz, em 1978.

Define-se o BIC (ou SIC) como o critério o qual seleciona modelos entre uma classe de modelos paramétricos com distintos números de parâmetros. Na ocorrência de estimação de parâmetros através da máxima verossimilhança, torna-se possível através da adição de parâmetros o aumento desta verossimilhança, ocasionando numa possível superestimação. Por meio do BIC, essa questão é resolvida, pois o mesmo realiza a inserção de uma penalidade sobre o número de parâmetros do modelo, cabe ressaltar que a referida penalidade é maior no BIC quando comparado ao AIC.

É possível verificar o Critério de Informação Bayesiana a partir da equação 17 a seguir. Assim como no critério AIC, quanto menor o valor de BIC(m) melhor será tido o modelo.

$$BIC(m) = n \ln(\hat{\sigma}_\varepsilon^2) + m(1 + \ln n) + m \ln \left[\frac{1}{m} \left(\frac{\hat{\sigma}_x^2}{\hat{\sigma}_\varepsilon^2} - 1 \right) \right] \quad (17)$$

5.4 TESTE DE COINTEGRAÇÃO

Após o teste de estacionariedade das séries temporais, é realizada a verificação da existência de cointegração, isso ocorre devido ao fato de que uma estimação de série não estacionária em outra série temporal não estacionária pode produzir uma regressão considerada espúria. Duas variáveis são consideradas cointegradas quando demonstram uma relação de equilíbrio de longo prazo, ou quando possuem uma combinação linear.

O teste de Johansen, de acordo com Margarido (2004), é amplamente utilizado para verificação de cointegração. Através dele, permite-se testar a presença de

múltiplos vetores de cointegração. O referido método, se divide em dois testes, segundo Enders (1995), que são: o Teste do Traço e o Teste de Máximo Autovalor.

O primeiro teste é o do traço, o qual a hipótese nula admite que o número de vetores de cointegração seja inferior ou igual a r , isso é, $H_0 =$ vetores de cointegração $\leq r$, contra a hipótese alternativa de que o número desses vetores seja maior que r , ou seja, $H_1 =$ vetores de cointegração $> r$. A equação pode ser vista, conforme segue:

$$\lambda_{traço}(r) = -T \sum_{i=r+1}^n \ln(1 - \hat{\lambda}_i) \quad (18)$$

O teste de máximo autovalor, é o segundo teste, o qual testa que a hipótese nula de vetores seja r , ou seja, H_0 : Vetores de cointegração = r , enquanto a hipótese alternativa é de que existam $r+1$ vetores de cointegração, sendo assim, H_1 : vetores de cointegração = $r+1$, que pode ser visualizado a seguir:

$$\lambda_{max}(r, r+1) = -T \ln(1 - \lambda_{r+1}) \quad (19)$$

A realização destas duas etapas é essencial para a definição da estrutura dos modelos analíticos.

5.5 TESTE DE CAUSALIDADE

Com o objetivo de verificar se a variável Y “causa no sentido de Granger” a variável X, a variável Y deve preceder a variável X, o resultado disso é a melhor previsão do valor da variável Y. De acordo com Wooldridge (2006), se a inclusão de valores passados da variável Y melhorar a previsão dos valores de X, pode-se inferir que a variável Y “causa, no sentido de Granger”, a variável X obtendo-se assim a causalidade no sentido de Granger. Para aplicar o teste de causalidade de Granger, é aplicado o teste F, conforme segue:

$$F = \frac{(SQR_R - SQR_{IR})/m}{SQR_{IR}/(n-k)} \sim F_{m,(n-k)} \quad (20)$$

Ocorrendo que o valor calculado exceda o valor crítico de F em nível escolhido de significância, rejeita-se a hipótese nula. A hipótese nula diz que não há uma relação de causalidade de Granger entre as variáveis.

5.6 MODELOS DE MÍNIMOS QUADRADOS ORDINÁRIOS (MQO)

Com a finalidade de estimar a razão ótima de *hedge* (ROH) e a efetividade do *hedge* utilizou-se de cinco modelos empíricos, assim como proposto por Medeiros, Cunha e Wande (2013). Baseando-se na técnica dos Mínimos Quadrados Ordinários, foram estimados os seguintes modelos: modelo convencional, modelo convencional em diferença, modelo de Myers e Thompson, modelo convencional em diferença com correção de erros e, finalmente, o modelo de Myers e Thompson com defasagem.

a) Modelo 1 – Modelo convencional

Esse modelo é dado por uma regressão linear simples, sendo a variável do preço à vista no tempo t dependente e o preço futuro no tempo t a variável independente. A efetividade do *hedge* é obtida pelo coeficiente de determinação R^2 . Pode-se defini-la a seguir:

$$S_t = \beta_0 + \beta_1 F_t + \varepsilon_t \quad (21)$$

Onde:

S_t : preço à vista no tempo t ;

β_0 : intercepto;

F_t : preço futuro no tempo t ;

β_1 : ROH;

ε_t : termo do erro.

Mencionado em Tonin *et al.* (2008), conforme Greene (2003), a utilização de séries não estacionárias resulta no que se chama de regressão com erros de especificação, ela impacta no fato de que os resultados estimados ficam comprometidos e tornam-se inválidas as conclusões referentes ao comportamento das variáveis envolvidas na regressão.

b) Modelo 2 – Modelo convencional em diferença (Eangle e Granger)

A fim de corrigir a problemática envolvendo as incertezas do modelo 1, a qual pode tornar o resultado do mesmo não confiável, Zinato (2012) expõe como alternativa para a opção de uma equação em diferença de preço, ou seja, em diferença do preço à vista e em diferença do preço futuro. Sendo então definida:

$$\Delta S_t = \beta_0 + \beta_1 \Delta F_t + \varepsilon_t \quad (22)$$

Onde:

ΔS_t : preço à vista em primeira diferença no tempo t ;

β_0 : intercepto;

ΔF_t : preço futuro em primeira diferença no tempo t ;

β_1 : ROH;

ε_t : termo do erro.

c) Modelo 3 – Modelo Myers e Thompson

Com a intenção de ampliar a discussão sobre as formulações propostas, Myers e Thompson (1989), alegam que o modelo 2 pode não estimar a ROH corretamente, pelo fato de não usar as informações atualmente disponíveis, ou seja, amostras não condicionais. Para a correção das incertezas, é sugerido pelos autores a inserção de parâmetros de preços defasados na equação. Sendo assim, temos que:

$$\Delta S_t = \beta_0 + \beta_1 \Delta F_t + \sum_{i=1}^p \beta_2 \Delta S_{t-i} + \varepsilon_t \quad (23)$$

Onde:

ΔS_t : preço à vista em primeira diferença no tempo t ;

β_0 : intercepto;

ΔF_t : preço futuro em primeira diferença no tempo t ;

β_1 : ROH;

ΔS_{t-i} : variável dependente preço à vista defasada;

ε_t : termo do erro.

d) Modelo 4 – Modelo convencional em diferença com correção de erros

Acrescenta ao modelo 2 a correção de erros, sendo reproduzido:

$$\Delta S_t = \alpha + \beta_1 \Delta F_t + \mu_{t-i} + \varepsilon_t \quad (24)$$

Onde:

ΔS_t : preço à vista em primeira diferença no tempo t ;

α : coeficiente de correção do erro;

ΔF_t : preço futuro em primeira diferença no tempo t ;

β_1 : ROH;

μ_{t-i} : os resíduos defasados gerados pela equação 2;

ε_t : termo do erro.

e) Modelo 5 – Modelo de Myers e Thompson com defasagem

Com o propósito de contribuir com uma estimação de razão ótima de *hedge* mais segura, Myers e Thompson (1989) propuseram um modelo alternativo, o qual obtém a razão ótima de *hedge* por uma equação em nível de preço defasado, tanto para o preço à vista quanto para o preço futuro. O número de defasagem p é definido por meio dos critérios de informação de Akaike e Schwarz. A equação proposta é:

$$\Delta S_t = \beta_0 + \beta_1 \Delta F_t + \sum_{i=1}^p \beta_2 \Delta S_{t-i} + \beta_3 \Delta F_{t-i} + \varepsilon_t \quad (25)$$

Onde:

ΔS_t : preço à vista em primeira diferença no tempo t ;

β_0 : intercepto;

ΔF_t : preço futuro em primeira diferença no tempo t ;

β_1 : ROH;

ΔS_{t-i} : variável dependente preço à vista defasada;

ΔF_{t-i} : variável explicativa preço futuro defasada;

ε_t : termo do erro.

Uma vez conhecido os modelos a serem estimados, no próximo capítulo ocorre a demonstração dos resultados obtidos pelas estimações.

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com o objetivo de apresentar os resultados obtidos através dos processos metodológicos explanados, este capítulo procura abordar as análises preliminares dos dados, os testes econométricos apropriados e a estimação dos modelos sugeridos.

6.1 ANÁLISE PRELIMINAR DOS DADOS

Inicialmente, apresenta-se, na Tabela 2, as estatísticas descritivas da série histórica de preços da soja nos mercados à vista e futuros para o período de 2014 a 2022.

Tabela 2 – Estatísticas descritivas das séries de preços, entre janeiro de 2014 e dezembro de 2022, em R\$ por saca de 60kg.

Estatística Descritiva	Preço à Vista	Preço Futuro
Média	93,85	97,72
Mediana	72,36	76,16
Maxímo	197,82	194,01
Mínimo	52,81	49,22
Desvio Padrão	43,95	41,37
Assimetria	1,06	1,05
Curtose	2,43	2,47
Jarque-Berta	21,58	20,94

Fonte: Elaborado pelo autor com dados da FARSUL e B3 (2023).

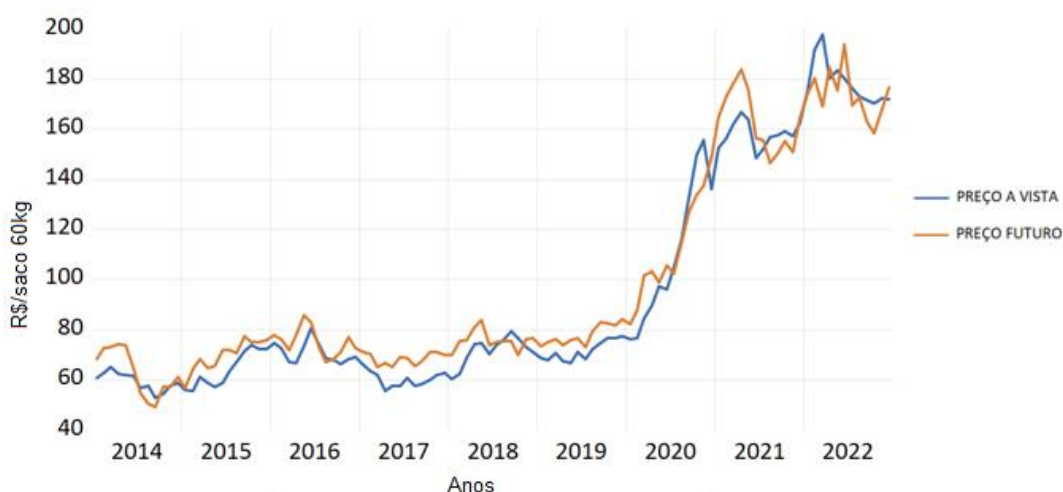
Com base nos resultados apresentados, é possível observar que ao longo do período em análise, o preço médio da soja foi de R\$93,85 e R\$97,72, com desvio padrão de R\$43,95 e R\$41,37 dos preços à vista e futuro, respectivamente. O preço máximo obtido foi de R\$197,82 para o mercado à vista e de R\$194,01 para o mercado futuro, já o mínimo foi de R\$52,81 e R\$49,22, respectivamente.

Ressalta-se assim, picos de máximas mais elevados no mercado à vista, bem como, pico de mínimos também nesse mercado, porém uma média mais elevada de preço no mercado futuro, que tem como objetivo proteger a atividade e não somente maximizar o lucro do produtor rural.

Com relação ao padrão de distribuição das séries, uma distribuição normal é aquela que a assimetria é igual a zero e a curtose é igual a três, as séries analisadas classificam-se como platicúrticas, uma vez que apresentam assimetria positiva e curtose menor que três. O teste Jarque-Bera permite verificar a não normalidade da distribuição de dados, onde a hipótese nula de normalidade é rejeitada pelo teste da hipótese.

Na sequência, podemos visualizar no Gráfico 7, o comportamento das séries no decorrer do período considerado, onde pode-se observar a evolução das séries no mercado à vista e futuro.

Gráfico 7 – Comportamento do preço da soja em mercado à vista e em mercado futuro entre janeiro de 2014 e dezembro de 2022, em R\$ por saca de 60kg, (R\$ por saca de 60kg).



Fonte: Elaborado pelo autor com dados da FARSUL e B3 (2023).

É possível averiguar a existência de correlação entre as duas séries, isso pelo fato do movimento semelhante dos preços. Ao aplicarmos o teste de correlação, o mesmo detectou um resultado de aproximadamente 0,98 entre as variáveis. É de extrema importância, lembrar que a presença de correlação entre os preços à vista e futuro é condição para ocorrência de *hedge* efetivo. Para Silva (2001), os preços que sofrem na mesma intensidade variações ao longo do tempo permitem a ocorrência do *hedge* perfeito, onde o lucro de um mercado compensa a perda de outro.

Observa-se também, grandes oscilações nos preços no decorrer dos anos, destacando-se uma tendência de alta no período de 2014 a 2019, sendo o ano de 2020 marcado pelo aumento mais significativo nos preços, onde praticamente dobrou

de valor, fato esse explicado, pelo episódio atípico promovido pela pandemia do COVID-19, que afetou a economia de forma global e impactou diretamente a *commodity* em questão. Com uma forte pressão de demanda acrescida de uma forte desvalorização da taxa de câmbio, o preço da mercadoria brasileira manteve-se a níveis bastante elevados.

Ao considerar-se apenas o período anterior a pandemia, isto é, de 2014 a 2019, podemos verificar diferenças expressivas nas estatísticas, como pode-se verificar na Tabela 3, que segue.

Tabela 3 – Estatísticas descritivas das séries de preços, entre janeiro de 2014 e dezembro de 2019, em R\$ por saca de 60kg.

Estatística Descritiva	Preço à Vista	Preço Futuro
Média	66,35	71,75
Mediana	66,95	72,92
Maxímo	80,60	85,86
Mínimo	52,81	49,22
Desvio Padrão	7,04	7,49
Assimetria	0,03	-0,80
Curtose	1,91	3,95
Jarque-Berta	3,51	10,51

Fonte: Elaborado pelo autor com dados da FARSUL e B3 (2023).

É notório, que em tempos de normalidade econômica, os dados se comportam de maneira diferente, apresentando uma menor volatilidade. A média de preços foi de R\$66,35 e R\$71,75 para o preço à vista e preço futuro, e o desvio padrão de R\$7,04 e R\$7,49, respectivamente.

A seguir, na Tabela 4, será possível verificar os resultados de base, ou seja, a diferença de preços da soja no mercado à vista e no mercado futuro no período de 2014 a 2022, por meio das estatísticas descritivas.

Tabela 4 – Estatísticas descritivas de base, entre janeiro de 2014 e dezembro de 2022, em R\$ por saca de 60kg.

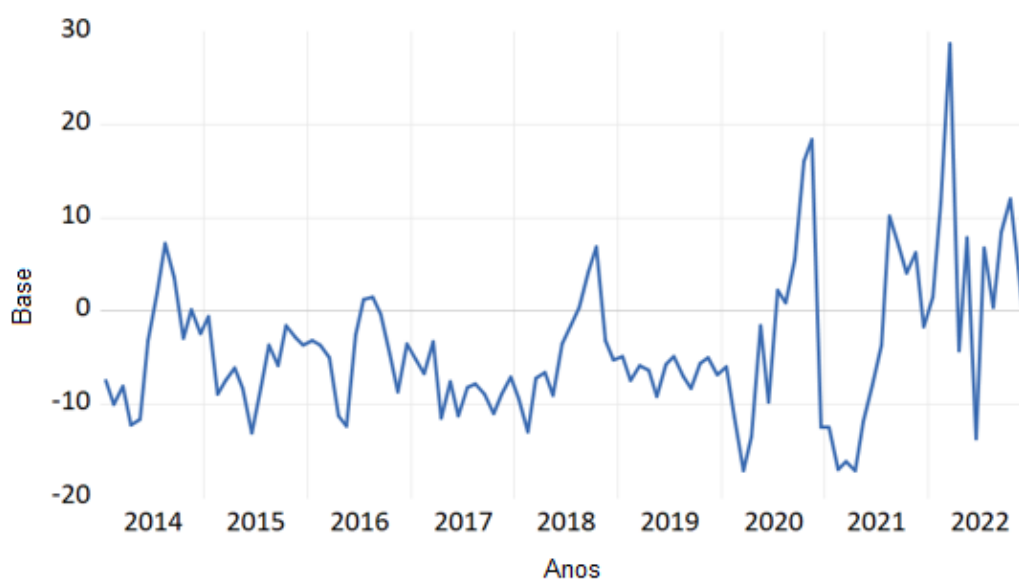
Estatística Descritiva	Base
Média	-3,87
Mediana	-5,11
Maxímo	28,73
Mínimo	-17,16
Desvio Padrão	7,73
Assimetria	1,18
Curtose	5,38
Jarque-Berta	50,80

Fonte: Elaborado pelo autor com dados da FARSUL e B3 (2023).

É possível constatar que em média a base esteve R\$3,87 menor do que os preços futuros para o período de 2014 a 2022. Já o risco de base ficou em R\$7,73 para mais ou para menos conforme mensurado pelo desvio padrão. O valor negativo encontrado para o preço à vista corresponde a um indicativo de enfraquecimento da base. Quanto à curtose e assimetria, os dados da base exibem uma característica leptocúrtica, uma vez que apresentam um valor positivo para o excesso de curtose e uma assimetria positiva. Da mesma forma, ao analisar as séries de preços por meio do teste Jarque-Bera, também é possível rejeitar a hipótese de que a distribuição seja normal.

A partir do Gráfico 8 a seguir, podemos visualizar os períodos de maior enfraquecimento da base ao longo do tempo, ou seja, de acordo com Hull (2005), períodos em que o preço à vista estava menor que o preço o futuro, isso é, a diferença dos preços à vista para os preços futuros.

Gráfico 8 – Base do preço da soja em mercado à vista e em mercado futuro entre janeiro de 2014 e dezembro de 2022, em R\$ por saca de 60kg.



Fonte: Elaborado pelo autor com dados da FARSUL e B3 (2023).

Analisando o comportamento da base para o período de análise, verifica-se o seu enfraquecimento, principalmente em épocas que se aproximam da safra brasileira (período de março a junho), com certo fortalecimento de base após o período de safra, o terceiro semestre. É de extrema importância ressaltar a elevação de base em 2020, 2021 e 2022 onde a ocorrência da pandemia da COVID-19 impactou diretamente a economia mundial e os agentes envolvidos nas mais diversas operações.

É importante ressaltar que os dados apresentados demonstram a necessidade de verificar possibilidades de *hedge* para a produção agrícola, visando reduzir riscos e/ ou perdas, entretanto, cabe citar que o momento vivenciado entre 2020 e 2022, pode influenciar a efetividade do *hedge* e essa ser menor, por uma questão que foge do controle técnico, causando perturbações na economia. Por esta razão, será analisado, separadamente, na sequência, as estatísticas descritivas de base para o período de 2014 a 2019 por meio da Tabela 5.

Tabela 5 – Estatísticas descritivas de base, entre janeiro de 2014 e dezembro de 2019, em R\$ por saca de 60kg.

Estatística Descritiva	Base
Média	-5,39
Mediana	-5,88
Maxímo	7,32
Mínimo	-13,07
Desvio Padrão	4,47
Assimetria	0,67
Curtose	3,39
Jarque-Berta	5,98

Fonte: Elaborado pelo autor com dados da FARSUL e B3 (2023).

Analisando os dados obtidos, a média da base é de R\$5,39 negativos, ou seja, indica um enfraquecimento da base ainda maior no período pré-pandemia, sugerindo que em condições normais, o *hedge* pode ser ainda mais eficiente, no que se refere a mitigar o risco de perdas no preço da *commodity*. Mensurado pelo desvio padrão, o risco de base nesse período ficou em R\$4,47 para mais ou para menos,

6.2 RESULTADOS DOS TESTES ECONÔMÉTRICOS

Para possibilitar a estimação de um modelo econométrico, é necessário verificar se as séries são estacionárias ou não. São consideradas estacionárias as séries que oscilam em torno de um nível médio constante e com variância igualmente constante. Para o teste de estacionariedade utilizou-se do teste de Dickey Fuller Aumentado (ADF) e posteriormente o teste de Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin (KPSS) para confirmar os resultados do teste ADF.

Primeiramente, foi realizado o teste ADF para os preços à vista e futuros da soja. O número de defasagens (*lag*) de cada variável foi escolhido de acordo com o menor valor dos critérios Akaike e Schwarz. Na Tabela 6 a seguir, pode-se verificar que, ao considerar valores originalmente em nível, não se rejeita a hipótese nula de existência de raiz unitária, pois o teste demonstrou que as séries são não estacionárias e demonstram um comportamento de passeio aleatório, seja para os preços à vista ou futuros.

Tabela 6 – Resultado do teste Dickey-Fuller Aumentado (ADF) para o período de 2014 a 2022.

Série em nível		Preço à Vista	Preço Futuro
Estatística do teste Dickey-Fuller Aumentado		-1,4489	-1,7136
Valores críticos do teste	Nível de 1%	-4,0460	-4,0460
	Nível de 5%	-3,4523	-3,4523
	Nível de 10%	-3,1516	-3,1516

Fonte: Elaborado pelo autor com dados da FARSUL e B3 (2023).

Posto isso, foi realizado o teste das séries em primeiras diferenças, permitiu-se então a rejeição da hipótese nula, sendo possível afirmar que as séries são estacionárias em primeira diferença, não possuindo raiz unitária.

Viabiliza-se, de acordo com Myers e Thompson (1989), prosseguir para determinação ótima do *hedge*, e para a estimação dos modelos, onde confere-se o resultado na Tabela 7.

Tabela 7 – Resultado do teste Dickey-Fuller Aumentado (ADF) com primeira diferença para o período de 2014 a 2022.

Série em primeira diferença		Preço à Vista	Preço Futuro
Estatística do teste Dickey-Fuller Aumentado		-8,5633	-10,6010
Valores críticos do teste	Nível de 1%	-4,0469	-4,0469
	Nível de 5%	-3,4527	-3,4527
	Nível de 10%	-3,1519	-3,1519

Fonte: Elaborado pelo autor com dados da FARSUL e B3 (2023).

Adicionalmente, o teste de KPSS foi realizado para corroborar com os dados obtidos pelo teste ADF. O teste KPSS possui hipótese nula distinta do teste ADF, permitindo uma avaliação comprobatória.

A seguir, na Tabela 8, evidencia-se que as séries de preços à vista e futuros, originalmente em nível, são não estacionárias.

Tabela 8 – Resultado do teste KPSS para o período de 2014 a 2022.

Série em nível		Preço à Vista	Preço Futuro
Estatística do teste KPSS		0,2551	0,2700
Valores críticos do teste	Nível de 1%	0,2160	0,2160
	Nível de 5%	0,1460	0,1460
	Nível de 10%	0,1190	0,1190

Fonte: Elaborado pelo autor com dados da FARSUL e B3 (2023).

Realizou-se o teste KPSS em primeira diferença para as séries, onde então, foi confirmada a estacionariedade das séries no período em questão, conforme Tabela 9, a seguir.

Tabela 9 – Resultado do teste KPSS com primeira diferença para o período de 2014 a 2022.

Série em primeira diferença		Preço à Vista	Preço Futuro
Estatística do teste KPSS		0,0765	0,0548
Valores críticos do teste	Nível de 1%	0,2160	0,2160
	Nível de 5%	0,1460	0,1460
	Nível de 10%	0,1190	0,1190

Fonte: Elaborado pelo autor com dados da FARSUL e B3 (2023).

O teste de cointegração, pode ser visualizado na Tabela 10, abaixo, onde demonstra que através de diferentes testes e considerando os mecanismos utilizados, há pelo menos um vetor de cointegração, e por isso deve ocorrer a estimação de um modelo com correção de erro.

Tabela 10 – Teste de cointegração de Johansen – Teste do Traço e Teste de Máximo Valor para verificação de pelo menos um vetor de cointegração.

Tendência dos dados	Nenhuma	Nenhuma	Linear	Linear	Quadrática
Tipo de Teste	Sem intercepto e sem tendência	Com intercepto e sem tendência	Com intercepto e sem tendência	Com intercepto e com tendência	Com intercepto e com tendência
Traço	1	1	1	1	1
Máx. Valor	1	1	1	1	1

Fonte: Elaborado pelo autor com dados da FARSUL e B3 (2023).

A Tabela 11, a seguir, permite analisar os resultados do teste de Granger que analisa a relação de causalidade entre as variáveis: preços à vista e preço futuro.

Verifica-se que todas as análises envolvendo a série de preço à vista e a série de preço futuro indicaram causalidade bidirecional.

Tabela 11 – Resultado do teste de causalidade de Granger para as séries de preços.

H0 – Hipótese Nula	Obs	F-Statistic	Probabilidade	Resultado
Preço à Vista não causa Preço Futuro	107	10,5021	0,0017	Rejeita*
Preço Futuro não causa Preço à Vista	107	10,3626	0,0016	Rejeita*

Fonte: Elaborado pelo autor com dados da FARSUL e B3 (2023).

Nota: Níveis de significância estatística de 1% (*)

Os resultados apontam um alto grau de significância estatística, rejeitando a hipótese nula de que não há causalidade entre as variáveis a 1%, os resultados indicam uma relação bicausal entre os preços à vista e os preços futuros, isso se dá devido a correlação entre os dois mercados.

6.3 ESTIMAÇÃO DOS MODELOS

Nessa seção, tem-se como objetivo detalhar os resultados obtidos para a razão ótima de *hedge* e efetividade do *hedge*, através dos modelos de testes utilizados, sendo eles o modelo convencional, modelo convencional em diferença, modelo Myers e Thompson, modelo convencional em diferença com correção de erros e modelo de Myers e Thompson com defasagem. Será explicado, também, o modelo mais adequado/ eficiente através dos critérios de Akaike e Schwarz que apresentarem o menor valor. A tabela 11, sintetiza os resultados para os cinco modelos propostos para estimação da razão ótima de *hedge* e efetividade do *hedge* entre 2014 e 2022.

Tabela 12 – Resultado da estimação dos cinco modelos apresentados para estimação da razão ótima de *hedge* e efetividade do *hedge* para soja no período de 2014 a 2022.

Equação	ROH	R²	AIC	BIC	DW	P-valor
Modelo 1	1,0469	0,9712	6,8906	6,9403	1,0116	0,0000
Modelo 2	0,2656	0,1007	6,2342	6,2842	1,9924	0,0009
Modelo 3	0,2516	0,1225	6,2379	6,3133	2,2556	0,0016
Modelo 4	0,2654	0,1004	6,2628	6,3382	1,9946	0,0011
Modelo 5*	0,2780	0,3158	6,0080	6,1085	1,9622	0,0001

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Modelo 1 – $S_t = \beta_0 + \beta_1 F_t + \varepsilon_t$

Modelo 2 – $\Delta S_t = \beta_0 + \beta_1 \Delta F_t + \varepsilon_t$

Modelo 3 – $\Delta S_t = \beta_0 + \beta_1 \Delta F_t + \sum_{i=1}^p \beta_2 \Delta S_{t-i} + \varepsilon_t$

Modelo 4 – $\Delta S_t = \alpha + \beta_1 \Delta F_t + \mu_{t-i} + \varepsilon_t$

Modelo 5 – $\Delta S_t = \beta_0 + \beta_1 \Delta F_t + \sum_{i=1}^p \beta_2 \Delta S_{t-i} + \beta_3 \Delta F_{t-i} + \varepsilon_t$ – Modelo com melhor grau de ajuste de acordo com os critérios de AIC e BIC.

O primeiro modelo, está em desacordo com a teoria da razão ótima de *hedge* devido ao seu valor superar 1, onde o valor do coeficiente deve variar de 0 a 1, o que evidencia uma regressão com erros de especificação. Outro fato que leva a considerar o resultado da regressão espúrio é o alto R², além do baixo valor de Durbin Watson (DW) indicando autocorrelação positiva. Os modelos 2 a 5, foram estimados com a diferenciação das séries, tendo atendido a condição de estacionariedade.

No modelo 2, o resultado encontrado foi de 26,56% para ROH e 10,07% para efetividade do *hedge*, sendo considerado um resultado não tão favorável a adoção do *hedge*. Entretanto, os critérios informacionais AIC e BIC também não são os melhores, tendo como resultado 6,2342 e 6,2842 respectivamente, ou seja, possuem valores elevados, não sendo considerado o modelo de melhor eficiência.

O modelo 3, por sua vez, apresentou razão ótima de *hedge* de 25,16% e efetividade de *hedge* de 12,25%, sugerindo que ao proteger menos da produção agrícola, se elevaria a efetividade do *hedge*, porém, da mesma forma que o modelo 2, apresenta baixo resultado estatístico e os critérios de informação Akaike e Schawrtz foram de 6,2379 e 6,3133 respectivamente, não atendendo os critérios estipulados para ser o modelo de melhor eficiência.

Apresentando uma razão ótima de *hedge* maior, de 26,54%, o modelo 4 indicou uma efetividade *hedge* de 10,04%, além de demonstrar os maiores valores para os critérios de informação AIC e BIC, sendo eles 6,2628 e 6,3382 na ordem citada, entre os modelos 2 e 5, o qual também não foi considerado o modelo mais adequado.

Por fim, o modelo 5 é o que possui maior grau de ajustamento. Tem ROH de 27,80% e efetividade de *hedge* de 31,58% e foi onde encontrou-se os menores valores para os critérios de informação de Akaike e Schawrtz, 6,0080 e 6,1085 respectivamente. Esse modelo também se mostra significativo a 1% de significância.

A obtenção desses resultados sugere que o produtor agrícola de soja, no estado do Rio Grande do Sul, que deseja reduzir o risco de preço da sua atividade, pode montar uma posição vendida em contratos futuros, ainda na fase de planejamento da sua lavoura, com aproximadamente 27,80% de contratos futuros em

relação a produção física esperada para sua lavoura. Tendo como resultado dessa operação, a redução por volta de 31,58% do risco de preço.

Dessa forma, ao considerar que o produtor alocou, nos últimos 10 anos 38,59% da sua produtividade em custos básicos para produção da soja, conforme mencionado no Gráfico 2 deste trabalho. Assim, constata-se que, utilizando de contratos futuros, ele poderia garantir 27,80% desse custo por meio do *hedge* e ter como efetividade e/ou redução do risco de preço em 31,58%.

Ocorre que o resultado de efetividade do *hedge* pode ter sido prejudicado, conforme já mencionado, pela ocorrência da pandemia da COVID-19, a qual causou perturbações na economia, e como consequência momentânea, o preço à vista se tornou maior do que o preço futuro. Assim sendo, estimou-se os mesmos modelos de testes considerando o período que precede a pandemia, a saber 2014 a 2019, cujos resultados estão demonstrados na Tabela 12, a seguir.

Tabela 13 – Resultado da estimação dos cinco modelos apresentados para estimação da razão ótima de *hedge* e efetividade do *hedge* para soja no período de 2014 a 2019.

Equação	ROH	R ²	AIC	BIC	DW	P-valor
Modelo 1	0,7642	0,6597	5,7067	5,7700	0,6093	0,0000
Modelo 2	0,3828	0,2496	4,9405	5,0043	1,9404	0,0000
Modelo 3	0,4234	0,3077	4,8985	4,9949	2,3848	0,0000
Modelo 4	0,3881	0,2466	4,9831	5,0795	1,9908	0,0000
Modelo 5*	0,3641	0,4434	4,7089	4,8374	1,9483	0,0000

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Modelo 1 – $S_t = \beta_0 + \beta_1 F_t + \varepsilon_t$

Modelo 2 – $\Delta S_t = \beta_0 + \beta_1 \Delta F_t + \varepsilon_t$

Modelo 3 – $\Delta S_t = \beta_0 + \beta_1 \Delta F_t + \sum_{i=1}^p \beta_2 \Delta S_{t-i} + \varepsilon_t$

Modelo 4 – $\Delta S_t = \alpha + \beta_1 \Delta F_t + \mu_{t-i} + \varepsilon_t$

Modelo 5 – $\Delta S_t = \beta_0 + \beta_1 \Delta F_t + \sum_{i=1}^p \beta_2 \Delta S_{t-i} + \beta_3 \Delta F_{t-i} + \varepsilon_t$ – Modelo com melhor grau de ajuste de acordo com os critérios de AIC e BIC.

O modelo 1, atingiu 76,42% de ROH e efetividade de *hedge* de 65,97%, porém possui um baixo DW (0,6093) e não atende para ser o melhor modelo de ajustamento devido ter o maior resultado dos critérios de informação de AIC e BIC, em ordem 5,7067 e 5,7700, sendo assim o modelo pode apresentar erro de especificação e com isso prossegue-se para os demais modelos.

Os modelos 2 a 5, foram estimados com a diferenciação das séries, tendo atendidos a particularidade de estacionariedade.

O segundo modelo, demonstrou razão ótima de *hedge* de 38,28% para uma efetividade de *hedge* de 24,96%, os critérios de informação de Akaike e Schawrtz tiveram como resultado 4,9405 e 5,0043, não sendo assim o modelo mais ajustado.

No terceiro modelo, a ROH foi estimada em 42,34%, sendo a melhor entre todos os modelos, já a efetividade de *hedge* foi de 30,77%, o modelo apresentou-se como segundo melhor em termos de grau de ajustamento, devido ao resultado dos critérios de AIC e BIC terem sido de 4,8985 e 4,9949 respectivamente.

Já o modelo 4, apresentou ROH de 38,81% com efetividade de 24,66%, sendo esse modelo o que apresentou a menor eficiência de *hedge* estimada, os critérios de AIC e BIC também não foram os menores, sendo eles em ordem 4,9831 e 5,0795, não atendendo para as condições de melhor grau de ajustamento.

O modelo 5, por sua vez, apontou para razão ótima de *hedge* de 36,41% e efetividade de *hedge* de 44,34%, além de descrever os menores valores para os critérios de informação de Akaike e Schawrtz, sendo eles 4,7089 e 4,8374 respectivamente, alcançando então a condição de modelo mais ajustado e efetivo.

Com isso, o produtor que na fase de plantio realizar em torno de 36,41% da sua produção esperada em contratos futuros, terá como redução um risco de preço em torno de 44,34%.

Levando em consideração, a mensuração sem conturbações na economia e que a média de alocação de recursos para custos básicos entre 2014 e 2019 foi de 38,26%, os resultados obtidos na estimação do melhor modelo (Modelo 5), ficou muito próximo do necessário para, com contratos futuros, garantir os custos básicos da atividade, com redução do risco de preço de 44,34%.

Observado os resultados auferidos, o período que considera a pandemia de fato teve impacto de menor razão ótima de *hedge* e também menor efetividade de *hedge*, o que é natural dada as circunstâncias vivenciadas e as instabilidades econômicas daquele momento. O período sem considerar a pandemia teve resultados mais favoráveis, trazendo maior garantia para a operação de *hedge* e com resultados mais próximos aqueles apresentados na revisão de literatura.

Quando comparado com os resultados de Medeiros, Cunha e Wande (2013), seus resultados atingiram ROH de 53,88% e 69,44% com efetividade de 42,47% e 52,85% para Rio Verde (GO) e Sorriso (MT), respectivamente, ou seja, alcançaram uma efetividade que converge com o presente estudo, mas necessitando de maior alocação em contratos futuros.

Tonin *et al* (2008), obtiveram efetividade de *hedge* de 61,67% para razão ótima de *hedge* de 42,61%, alcançando resultados superiores, no estado do Paraná, pois possuem mais efetividade na operação com exposição parecida ao mercado de contratos futuros.

Se comparado com o estudo de Rocha *et al.* (2010), os resultados também convergem, tendo em vista a obtenção de efetividade de *hedge* de 46,54%, contando nesse caso, com uma exposição maior a contratos futuros de 64,75%. Nesse caso, proteger mais da produção, espera-se reduzir quase metade dos riscos de preços.

Dessa maneira, torna-se mais claro, a compatibilidade entre a produção de soja e os contratos futuros como opção de *hedge*, confirmando através de resultados convergentes a necessidade da operação e que fatores não controláveis podem afetar o desempenho momentâneo do *hedge*, entretanto, isso não inibe sua ocorrência e eficiência como um todo e como ferramenta de utilização contínua.

É válido ressaltar que em comparação aos estudos abordados e que embasam o referido trabalho, os mesmos utilizam-se de regiões de Goiás, Mato Grosso e Paraná. O Rio Grande do Sul, por sua vez, tem grande faixa territorial, o que impacta nos mais diversos tipos de solos e questões climáticas, assim, como também a distância para os portos, influenciando diretamente no preço à vista. Além de ser um estado que por cultura dos produtores utiliza menos do mercado financeiro, portanto, os resultados obtidos denotam a importância de voltar-se os olhos para essa ferramenta.

7 CONCLUSÕES

Os produtores de soja do Rio Grande do Sul, bem como das demais localidades do Brasil, estão expostos a volatilidade dos preços, sendo essa uma variável que impacta diretamente o resultado da atividade agrícola. Nesse contexto, o presente estudo buscou identificar a razão ótima de *hedge* e a efetividade dessa operação com intuito de proteger o produtor rural das mudanças de preços ocorridas ao longo do tempo.

A fundamentação teórica deste trabalho ocorreu por meio de estudos vinculados a utilização dos contratos futuros como opção para a redução de riscos de preço, verificando-se a efetividade da adoção dessa opção. A metodologia aplicada se deu através da estimação de cinco modelos econométricos, os quais foram propostos por Ederington (1979) e Myers e Thompson (1989).

Com o propósito de mensurar a eficácia os resultados obtidos, realizou-se uma comparação de períodos. Dada que a operação de *hedge* visa proteger-se da queda dos preços, analisou-se o período de 2014 a 2022, o qual contempla três anos de pandemia do COVID-19 e o período de 2014 a 2019, esse considerado período pré-pandêmico.

No primeiro período, o modelo com maior grau de ajustamento foi o Modelo 5, proposto por Myers e Thompson e com defasagem, o qual obteve menores valores para os critérios de informação de AIC e BIC. Assim sendo, pela análise da razão ótima de *hedge* (ROH) seria preciso *hedgear*, ou seja, realizar 27,80% da produção esperada em contratos futuros para obter 31,58% de efetividade de *hedge*, em outras palavras, reduzir o risco de preço.

O período considerado pré-pandêmico, teve o Modelo 5, também com o melhor grau de ajustamento, considerando os critérios de informação de AIC e BIC. Resultou-se da estimação econométrica que a razão ótima de *hedge* foi de 36,41% e a efetividade do *hedge* foi de 44,34%. De tal maneira, ao proteger, via contratos futuros 36,41% da produção esperada, reduz-se o risco de preço em 44,34%.

Portanto, observado os resultados auferidos, conclui-se que a adoção de contratos futuros como *hedge* é uma ferramenta importante para redução de riscos de preços ao produtor rural. Os fatores que fogem do controle técnico, poderão influenciar em menor eficiência do *hedge*, entretanto, sendo esses temporários, contempla-se que como um todo a operação é satisfatória, tendo em vista que o *hedge* para o

agricultor tem objetivo de diminuir sua exposição ao risco e não de especulação e/ ou aferição de lucros exorbitantes.

Indo além dos trabalhos mencionados na revisão de literatura, realizou-se a constatação de que os resultados obtidos através da estimação de modelos econométricos assemelham-se aos resultados da produção necessária para garantir os custos de produção de uma lavoura.

Os contratos futuros como *hedge* além de reduzir os riscos de preços, sendo efetivos em 31,58% entre 2014 a 2022 e 44,34% entre 2014 a 2019, garantem 27,80% (ROH) dos custos para o primeiro período e 36,41% (ROH) dos custos para o segundo. O resultado do primeiro ciclo é afetado pela pandemia e ainda assim se mostra efetivo, já o resultado do segundo período fica muito próximo da média apresentada anteriormente de 38,26% da produção auferida a ser destinada aos custos básicos. Por isso, ressalta-se mais uma vez que, o *hedge* deve ser utilizado como ferramenta de gestão de risco, visando garantir a existência da atividade.

Ainda, sugere-se que o tema abordado seja objeto de estudo contínuo, uma vez que o período de pandemia passou, e pode ser novamente mensurado os resultados de *hedge* sem fatores técnicos não controláveis, além de permitir através de dados sólidos que mais produtores possam se proteger dos riscos de preços, garantindo a manutenção da sua atividade.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, Danilo R. D.; BARROS, Geraldo S. A. C. **Causalidade e assimetria na transmissão de preços de soja e derivados no Brasil nos anos 80**. Estudos Econômicos, São Paulo, 1991.

AKAIKE, H. "A new look at the statistical model identification" in IEEE Transactions on Automatic Control, vol. 19, no. 6, pp. 716-723, December 1974.

ARAÚJO, Massilon J. **Fundamentos de agronegócios**. 5ª ed. – São Paulo: Atlas, 2020.

B3 – **Bolsa, Brasil, Balcão**. Disponível em: https://www.b3.com.br/pt_br/para-voce. 2023.

BACEN – **Banco Central do Brasil**. Disponível em: <https://www.bcb.gov.br/estabilidadefinanceira/historicocotacoes>. 2023.

BERNSTEN, P. L.; DAMODARAN, A. **Administração de Investimentos**. Tradução: PATARRA, C. C.; SANTOS, J. C. B.; Porto Alegre, p. 258-306, 2000.

BOZDONGAN. H. **Model selection and Akaike's Information Criterion (AIC): The general theory and its analytical extensions**. Psychometrika. v.52, n.3, 345-370, Sep. 1987.

BREALEY, R. A. & MYERS, S. C. **Princípios de finanças empresariais**. 3 ed. Portugal: McGraw Hill de Portugal, 1992.

CANZIANI, José R; GUIMARÃES, Vania D. A. **Venda no momento certo garante melhores preços**. Disponível em: <https://www.esalq.usp.br/visaoagricola/sites/default/files/va05-agronegocio01.pdf>. Acesso em: 11 de julho de 2023.

Canal Rural/FGV Agro. **Agronegócio gera mais de 350 mil empregos formais em três anos**. Disponível em: <https://www.canalrural.com.br/noticias/economia/agronegocio-gera-mais-de-350-mil-empregos-formais-em-tres-anos/>. Acesso em: 03 de abril de 2023.

CEPEA. **PIB DO AGRONEGÓCIO BRASILEIRO**. Disponível em: <https://www.cepea.esalq.usp.br/br/pib-do-agronegocio-brasileiro.aspx>. Acesso em: 17 de abril de 2023.

CHEN, S. S.; LEE, C.; SHRESTHA, K. **Futures hedge ratios: a review**. The Quarterly Review of Economics and Finance, v. 43, p. 433-465, 2003

CONAB. **BOLETIM DA SAFRA DE GRÃOS**. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safra/gaos/boletim-da-safra-de-gaos?start=110>. Acesso em: 03 de junho de 2023.

EDERINGTON, L. H. **The Hedging Performance of the New Futures Markets.** Journal of Finance, New York: American Finance Association, n. 34, p.157-170, mar. 1979.

Embrapa. **Embrapa Soja.** Disponível em: <https://www.embrapa.br/soja/cultivos/soja1/dados-economicos>. Acesso em 15 de maio de 2023.

Embrapa. **RISCOS NA AGRICULTURA.** Disponível em: <https://www.embrapa.br/visao/riscos-na-agricultura#:~:text=Pode%20ser%20gigantesco%20o%20preju%C3%ADzo,e%20ap%C3%B3s%20o%20processo%20produtivo>. Acesso em: 01 de junho de 2023.

ENDERS, W. **Applied econometric time series.** United States: John Wiley & Sons, 1995.

FAMA, Eugene. **Efficient capital markets: a review of theory and empirical work.** Journal of Finance, 1970.

FARSUL. **Big Data – Banco de Dados do Agronegócio.** Disponível em: <https://www2.farsul.org.br/bigdata/>. Acesso em: 21 de outubro de 2023.

GREENE, W. H. **Econometric Analysis.** 5. ed. New Jersey: Prentice Hall, 2003.

GUJARATI, D. N.; PORTER, D. C. **Econometria básica.** 5. ed. Porto Alegre: AMGH, 924p, 2011.

HORNGREN, C. T.; DATAR, S. M.; FOSTER, G. **Contabilidade de custos: uma abordagem gerencial.** Pearson-Prentice Hall, São Paulo, 2005.

HULL, John C. **Fundamentos dos mercados futuros e de opções.** 4. ed. São Paulo: Bolsa de Mercadorias e Futuros, 2005.

HULL, John C. **Opções, Futuros e Outros Derivativos.** Tradução: Francisco Araújo da Costa; Revisão técnica: Guilherme Ribeiro de Macêdo. – 9. ed. – Porto Alegre: Bookman, 2016.

JAFFE, Jeffrey; ROSS, Stephen; WESTERFIELD, Randolph. **Administração financeira.** Corporate finance. São Paulo: Atlas, 2009.

JOHNSON, L. L. **The Theory of Hedging and Speculation in Commodity Futures.** Review of Economic Studies, Bristol: Tieto, v. 27, n. 3, p. 139-151, 1960.

JUNQUEIRA, F. Z.; SAES, M. S. M. **Contratos Futuros de Café como uma Alternativa para Diminuir o Risco de uma Carteira.** Universidade de São Paulo, Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Departamento de Administração, 2006.

JUNKUS, C.J.; LEE, C. **The use of Three Stock Index Futures in Hedging Decisions.** Journal of Futures Markets, Vol. 5, No. 2. 1985.

KWIATKOWSKI, D., PHILLIPS, P.C.B., SCHMIDT, P. e SHIN, Y. **Testing the Null Hypothesis of Stationarity Against the Alternative of a Unit Root.** Journal of Econometrics, 1992.

LAZZARINI, Sergio G. **Inovação e organização de bolsas de futuros: teoria e evidências no agribusiness brasileiro.** São Paulo: USP/FEA, Dissertação de Mestrado, 1997.

LEUTHOLD, R. M.; JUNKUS, J. C.; CORDIER, J. E. **The theory and practice of futures markets.** Lexington: Lexington Books, 1989.

MANKIW, N. Gregory. **Macroeconomia.** 10ª edição. Tradução: Tereza Cristina Padilha de Souza. Atlas. Rio de Janeiro. 2021.

MARGARIDO, Mario A; DE SOUSA, Eduardo L. L. **FORMAÇÃO DE PREÇOS DA SOJA NO BRASIL.** XXXVI Congresso de Economia e Sociologia Rural (SOBER), 1998.

MARTITS, L. A. **Avaliação do Uso de Derivativos Agrícolas no Brasil: Os Fatores que Determinam o Sucesso ou Fracasso dos Contratos Futuros Negociados na BM&F.** Dissertação (Mestrado) – Fundação Getúlio Vargas – FGV, São Paulo, 1998.

MARKOWITZ, H. M. **Portfolio selection.** The Journal of Finance, New York: American Finance Association, v.7, n.1, p.77-91, 1952.

MATSENBACH, J. R. **Razão ótima e efetividade do hedge com o uso do contrato futuro da B3 para soja brasileira no período entre 2019 e 2020.** Monografia (Graduação em Ciências Econômicas) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2021.

MEDEIROS, J. A. V.; CUNHA, C. A.; WANDE, A. E. **Razão ótima de hedge para soja em Goiás e Mato Grosso.** Revista de Política Agrícola, ano XXII, n. 1, p. 128-136, 2013. Disponível em: <https://seer.sede.embrapa.br/index.php/RPA/article/viewFile/287/248>.

MICELI, Wilson Motta. **Derivativos de Agronegócios: Gestão de riscos de mercado.** 2. ed. – São Paulo: Saint Paul Editora Ltda, 2017.

MOLERO, Leonel, MELLO, Eduardo. **Derivativos, Negociação e Precificação.** São Paulo: Saint Paul Editora Ltda, 2018.

MYERS, R. J.; THOMPSON, S. R. **Generalized Optimal Hedge Ratio Estimation.** American Journal of Agricultural Economics, Lexington, Ky.: University of Kentucky, Department of Agricultural Economics, American Agricultural Economics, p. 858–867, 1989.

NEVES, Leonidas C. **Margens de comercialização e elasticidade de transmissão de preços na indústria de esmagamento de soja.** Piracicaba: USP/ESALQ. Dissertação de Mestrado, 1993.

ROCHA, Daniela T; DEL CORSO, Jansen Maia; PEDRO, Jeferson J; SILVA, Wesley Vieira. **Relação entre os preços do grão de soja nos mercados à vista e futuro: uma análise a partir da razão ótima de Hedge.** Artigo ReFAE – Revista da Faculdade de Administração e Economia, 2010.

SEMA RS. **Boletim Especial Estiagem.** Disponível em: <https://sema.rs.gov.br/upload/arquivos/202107/19175009-boletim-especial-2021-publicado.pdf>. Acesso em: 29 de junho de 2023.

SILVA, A. R. O. **A efetividade do hedge e do cross-hedge de contratos futuros para soja e derivados.** Tese (doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Economia Rural, Universidade Federal de Viçosa – Viçosa, MG, 2001.

SMITH, Adam. **A riqueza das nações.** São Paulo: Editora Nova Cultural LTDA. Coleção “Os economistas”, 1996.

SOUZA, Gécica P. **Razão ótima e efetividade de hedge para a cultura da soja nos municípios de Rio Verde, Jataí e Cristalina no estado de Goiás.** Dissertação (Mestrado em Agronegócio) – Universidade Federal de Goiás – Goiânia, 2020.

TONIN, Julyerme M; TONIN, João R; TONIN, Giovano M. **OPERAÇÕES DE HEDGE NO MERCADO DA SOJA: uma análise comparativa para o Estado do Paraná.** Artigo 2008.

VAN HORNE, J. C. **Financial management and policy.** 10 ed. New Jersey : Prentice Hall, 1995.

WOOLDRIDGE, J. M. **Introdução à Econometria: uma abordagem moderna.** São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2006.

ZINATO, G. R. **Operações de Hedge para importantes municípios produtores de milho do estado de Goiás.** Dissertação (Mestrado em Agronegócio) – Universidade Federal de Goiás – Goiânia, 2012.