

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CAMPUS SOROCABA
CENTRO DE CIÊNCIAS EM GESTÃO E TECNOLOGIA
CURSO DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS

THAÍS DE LIMA MARTINS

**EFETIVIDADE E RAZÃO ÓTIMA DO HEDGE DE SOJA EM GRÃO COM O
CONTRATO FUTURO DE SOJA FOB SANTOS: UMA ANÁLISE PARA SORRISO
(MT) E RIO VERDE (GO)**

Sorocaba
2024

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CAMPUS SOROCABA
CENTRO DE CIÊNCIAS EM GESTÃO E TECNOLOGIA
CURSO DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS

THAÍS DE LIMA MARTINS

**EFETIVIDADE E RAZÃO ÓTIMA DO HEDGE DE SOJA EM GRÃO COM O
CONTRATO FUTURO DE SOJA FOB SANTOS: UMA ANÁLISE PARA SORRISO
(MT) E RIO VERDE (GO)**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Centro de Ciências em Gestão e Tecnologia
da Universidade Federal de São Carlos, *campus*
Sorocaba, para obtenção do título/grau de
bacharel em Ciências Econômicas.

Orientação: Prof. Dra. Aniela Fagundes
Carrara.

Sorocaba
2024

Martins, Thaís de Lima

Efetividade e razão ótima do hedge de soja em grão com o contrato futuro de soja FOB Santos: Uma análise para Sorriso (MT) e Rio Verde (GO) / Thaís de Lima Martins -- 2024.
84f.

TCC (Graduação) - Universidade Federal de São Carlos, campus Sorocaba, Sorocaba
Orientador (a): Aniela Fagundes Carrara
Banca Examinadora: Adelson Martins Figueiredo, Danilo Rolim Dias de Aguiar
Bibliografia

1. Efetividade de hedge. 2. Razão ótima de hedge. 3. Soja. I. Martins, Thaís de Lima. II. Título.

Ficha catalográfica desenvolvida pela Secretaria Geral de Informática (SIn)

DADOS FORNECIDOS PELO AUTOR

Bibliotecário responsável: Maria Aparecida de Lourdes Mariano -
CRB/8 6979

Thaís de Lima Martins

**EFETIVIDADE E RAZÃO ÓTIMA DO HEDGE DE SOJA EM GRÃO COM O
CONTRATO FUTURO DE SOJA FOB SANTOS: UMA ANÁLISE PARA SORRISO-MT E
RIO VERDE-GO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Centro de Ciências em Gestão e Tecnologia da Universidade Federal de São Carlos, *campus* Sorocaba, para obtenção do título/grau de bacharel em Ciências Econômicas.
Universidade Federal de São Carlos.

Sorocaba, 05 de fevereiro de 2024

Documento assinado digitalmente
 ANIELA FAGUNDES CARRARA
Data: 05/02/2024 11:36:48-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dra. Aniela Fagundes Carrara
Orientador(a)

Documento assinado digitalmente
 ADELSON MARTINS FIGUEIREDO
Data: 05/02/2024 13:49:02-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Adelson Martins Figueiredo
Examinador(a)

Documento assinado digitalmente
 DANILO ROLIM DIAS DE AGUIAR
Data: 07/02/2024 09:34:01-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Danilo Rolim Dias de Aguiar
Examinador(a)

AGRADECIMENTO

Primeiramente, agradeço a Deus, por guiar meus passos e iluminar meu caminho durante toda a graduação. Sua graça e bondade foram fundamentais para superar os desafios e alcançar este importante marco em minha vida.

Agradeço, especialmente, aos meus pais, Mário e Sueli, por nunca me permitirem desistir. Cada conquista alcançada é reflexo do investimento emocional e financeiro que fizeram em meu futuro. Suas palavras de encorajamento e seus abraços acolhedores sempre me deram a força necessária para encarar todos os obstáculos e continuar a perseguir os meus sonhos.

Agradeço aos meus avós, José e Vergínia, e a minha tia, Solange, por suas demonstrações de carinho e amor, expressas por meio de gestos afetuosos e sábios ensinamentos, que nunca deixaram de iluminar meu caminho.

Agradeço ao meu irmão, Renan, por encher meus dias de risadas sinceras e por me ensinar a viver a vida com leveza.

Agradeço ao meu namorado, Leonardo, por nunca me deixar esquecer do meu potencial. Seu constante encorajamento, paciência e compreensão foram essenciais para que eu pudesse superar desafios durante esta trajetória.

Agradeço aos meus amigos Gabriel, Giovanna, Inaê e Vitória, por cada risada compartilhada, por cada memória que construímos juntos e por estarem ao meu lado em todos os momentos, sejam eles bons ou ruins.

Agradeço a minha orientadora, professora Aniela Fagundes Carrara, por toda a orientação paciente, encorajadora e dedicada que delineou cada página desta monografia. Este trabalho não é apenas fruto do meu esforço, mas também reflete o seu constante estímulo e apoio.

Finalmente, expresso minha gratidão aos amigos da graduação: Aline, Deborah, João Vitor, Larissa e William. Compartilhar risos, enfrentar dificuldades e celebrar conquistas ao lado de deles foi fundamental para tornar esta jornada mais leve, enriquecedora e memorável. Cada um desempenhou um papel crucial na construção de uma experiência universitária única e significativa.

RESUMO

MARTINS, Thaís de Lima. *Efetividade e razão ótima do hedge de soja em grão com o Contrato Futuro de soja FOB Santos: Uma análise para Sorriso (MT) e Rio Verde (GO)*. 2024. 84 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Econômicas) – Centro de Ciências em Gestão e Tecnologia, Universidade Federal de São Carlos, Sorocaba, 2024.

A produção e comercialização de soja se desenrolam em um ambiente em que os preços são moldados por um mercado internacional complexo e volátil, que sofre influência de diversos fatores para além dos puramente econômicos, como por exemplo, mudanças climáticas, o que torna o gerenciamento de risco imperativo para essa atividade. Neste contexto, o presente estudo explorou a efetividade e a razão ótima de hedge do grão de soja, por meio do novo contrato futuro de soja *FOB Santos*, lançado pela B3 em novembro de 2021, para Sorriso (MT) e Rio Verde (GO), com o objetivo de verificar o desempenho de tal mecanismo de gestão de risco de preço em duas localidades que são destaque na produção de soja. Para contemplar tal objetivo foram utilizadas séries históricas dos preços de negociação da soja em grão nos mercados físico e futuro. As análises incluíram a verificação de estacionariedade e cointegração das séries e a estimação principal foi realizada por Mínimos Quadrados Ordinários (MQO) em cinco modelos empíricos definidos de modo a reduzir a variabilidade do preço do produto que se busca proteger. Observou-se resultados semelhantes em termos de efetividade e proteção do hedge entre as duas localidades estudadas, porém, em níveis relativamente baixos, se comparados com os estudos realizados para outros contratos futuros.

Palavras-chave: Soja. Hedge. Risco. Efetividade.

ABSTRACT

The production and marketing of soybeans unfold in an environment where prices are shaped by a complex and volatile international market, influenced by various factors beyond purely economic ones, such as climate change. This makes risk management imperative for this activity. In this context, the present study explored the effectiveness and optimal hedging ratio of soybeans through the new FOB Santos soybean futures contract launched by B3 in November 2021, specifically for Sorriso (MT) and Rio Verde (GO). The aim was to assess the performance of this price risk management mechanism in two locations that are prominent in soybean production. To achieve this objective, historical series of soybean trading prices in both physical and futures markets were utilized. The analyses included checking for stationarity and cointegration of the series, and the main estimation was carried out using Ordinary Least Squares (OLS) in five empirically defined models to reduce the price variability of the product being protected. Similar results in terms of effectiveness and hedge protection were observed between the two studied locations, albeit at relatively low levels compared to studies conducted for other futures contracts.

Keywords: Soybeans. Hedge. Risk. Effectiveness

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Quantidade produzida (em milhões de toneladas), volume exportado (em milhões de quilogramas) e valor de FOB exportado (em milhões de dólares) de soja em grãos no Brasil no intervalo de 1997 a 2010	34
Tabela 2 – Quantidade produzida (em milhões de toneladas), volume exportado (em milhões de quilograma) e valor de FOB exportado (em milhões de dólares) de soja em grãos no Brasil no intervalo de 2011-2022.....	36
Tabela 3 - Principais municípios produtores de soja em grãos do estado do Mato Grosso em 2022	43
Tabela 4 - Número de estabelecimentos e distribuição da área colhida (em hectares) para a produção de soja em grãos no estado do Mato Grosso em 2017.....	43
Tabela 5 – Volume exportado (milhões de quilogramas) e valor de FOB das exportações (em milhões de dólares) de soja em grãos no Mato Grosso no intervalo de 1997-2022.....	44
Tabela 6 - Principais municípios produtores de soja em grãos do estado de Goiás, em 2022 .	47
Tabela 7 - Número de estabelecimentos e distribuição da área colhida (em hectares) para a produção de soja em grãos no estado de Goiás, em 2017	47
Tabela 8 - Volume exportado (milhões de quilogramas) e valor de FOB das exportações (em milhões de dólares) de soja em grãos em Goiás no intervalo de 1997-2022.....	48
Tabela 9 - Estatísticas descritivas das séries de preços, entre 29/11/2021 e 07/12/2023	59
Tabela 10 - Estatísticas descritivas da base, entre 29/11/2021 e 07/12/2023.....	60
Tabela 11 - Resultados dos testes ADF e KPSS das séries de preços em nível	63
Tabela 12 - Teste de cointegração de Johansen baseado no Teste do Traço para Sorriso (MT)	64
Tabela 13 - Teste de cointegração de Johansen baseado no Teste do Traço para Rio Verde (GO)	64
Tabela 14 - Resultados da estimação dos cinco modelos propostos à razão ótima de hedge da soja em grãos em Sorriso (MT)	65
Tabela 15 - Resultados da estimação dos cinco modelos propostos à razão ótima de hedge da soja em grãos em Rio Verde (GO)	68

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Evolução da área colhida e quantidade produzida de soja no Brasil: 1974-1996..	33
Gráfico 2 - Evolução da quantidade produzida de soja em grãos (em milhões de toneladas) no Brasil de 1974 a 2022	37
Gráfico 3 – Evolução da quantidade produzida de soja em grãos (em milhões de toneladas) de todas as regiões do Brasil para o período 1974-2022.....	39
Gráfico 4 - Evolução da quantidade produzida de soja em grãos (em milhões de toneladas) no Mato Grosso de 1974 a 2022.....	42
Gráfico 5 - Evolução da quantidade produzida de soja em grãos (em milhões de toneladas) em Goiás de 1974 a 2022	46
Gráfico 6 - Comportamento dos preços da soja no mercado à vista em Sorriso e mercado futuro para o período 29/11/2021 – 07/12/2023.....	60
Gráfico 7 - Comportamento dos preços da soja no mercado à vista em Rio Verde e mercado futuro para o período 29/11/2021 – 07/12/2023.....	61
Gráfico 8 – Comportamentos da base de Sorriso (MT) para o período 29/11/2021 – 07/12/2023	62
Gráfico 9 - Comportamentos da base de Rio Verde (GO) para o período 29/11/2021 – 07/12/2023.....	62

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Trabalhos internacionais sobre a efetividade do hedge	21
Quadro 2 - Trabalhos nacionais sobre a efetividade do hedge	24
Quadro 3 – Variáveis, descrição e fonte.....	58

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA: MERCADO DE DERIVATIVOS E HEDGE	14
2.1 Mercado de derivativos e sua importância	14
2.2 A técnica do hedge e a sua utilidade	18
2.3 Efetividade do hedge: Panorama da literatura	21
3 PRODUÇÃO DE SOJA NA ECONOMIA BRASILEIRA.....	30
3.1 Perspectiva histórica da produção de soja no Brasil.....	30
3.2 Produção de soja em Mato Grosso e em Goiás	38
3.2.1 A soja no estado de Mato - Grosso.....	40
3.2.2 A soja no estado de Goiás.....	45
4 METODOLOGIA E DADOS UTILIZADOS.....	50
4.1 Metodologia utilizada.....	50
4.1.1 Testes de raiz unitária	50
4.1.2 Critérios de seleção de defasagem.....	52
4.1.3 Teste de cointegração de Johansen	53
4.1.4 Modelos	54
4.1.5 Testes de Durbin-Watson e de Breush-Pagan	57
4.2. Dados utilizados	57
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES	59
5.1 Análise descritiva dos dados.....	59
5.2 Análise dos resultados obtidos com a estimação dos modelos.....	63
5.2.2 Hedge para a soja em Sorriso (MT).....	65
5.2.3 Hedge para a soja em Rio Verde (GO).....	67
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	71
REFERÊNCIAS	73
ANEXO - A	83
ANEXO - B.....	84

1 INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, observou-se um notável avanço na produção e exportação da soja brasileira, o que colocou o Brasil entre os principais protagonistas mundiais desse mercado. Ilustrando a magnitude desse desempenho, a safra de 22/23 registrou uma produção expressiva de 120,7 milhões de toneladas, consolidando a soja como o principal produto exportado pelo Brasil, totalizando um valor de 46.533 milhões de dólares (IBGE, 2023; COMEX STAT, 2023).

A produção de soja no Brasil recebe uma contribuição crucial da região Centro-Oeste, especialmente de Mato Grosso e Goiás. O crescimento constante na quantidade de soja cultivada entre 1976 e 2022 destaca a consolidação de tal região como a principal força propulsora da produção nacional de soja. Em 2022, Mato Grosso se destacou com um notável volume exportado de 24.764,75 milhões de quilogramas, representando um valor de FOB de 14.418,39 milhões de dólares, com uma produção total de 38,02 milhões de toneladas. Goiás, por sua vez, alcançou uma produção de 15,21 milhões de toneladas, com um total de 10.026,88 milhões de quilogramas exportados, representando um valor de exportações FOB de 5.994,42 milhões de dólares. Esses estados destacam-se devido a condições climáticas favoráveis, fertilidade do solo, adoção de tecnologias agrícolas modernas e investimentos em infraestrutura (IBGE, 2023; COMEX STAT, 2023).

Entretanto, um ponto crucial a ser considerado são os desafios inerentes à produção e comercialização de produtos agrícolas, que abrangem desde as características técnicas específicas de cada cultura (como solo, clima e produtividade), até aspectos como a qualidade da produção, logística, riscos de desempenho (pragas, doenças, mudanças climáticas etc.) (MATSENBACH, 2021). Dessa forma, frente a tais riscos, busca-se estratégias para a proteção, principalmente contra os riscos de variação nos preços, com vistas a garantir a segurança de um preço que proporcione um patamar de rentabilidade minimamente satisfatório (GUERRA et al., 2013).

Uma estratégia fundamental para assegurar proteção em relação ao preço do produto e reduzir os riscos inerentes ao mercado à vista é o hedge. Essa prática comum realizada nos mercados de derivativos visa mitigar as oscilações nos preços de produtos ou ativos, oferecendo aos agentes econômicos uma maneira de minimizar a probabilidade de enfrentar perdas financeiras futuras. O método envolve a utilização de contratos futuros e outros instrumentos de derivativos, desempenhando um papel crucial na gestão de riscos, permitindo que os participantes do mercado se resguardem contra volatilidades indesejadas e garantam uma maior estabilidade em suas operações (HULL, 2016; TURRA, 2019).

Diante do cenário apresentado, e considerando a grande relevância da produção de soja para os estados de Mato Grosso e Goiás, este estudo propõe-se a explorar a efetividade e a razão ótima de hedge do grão de soja, por meio do novo contrato futuro de soja FOB Santos, lançado pela B3 em novembro de 2021, para Sorriso (MT) e Rio Verde (GO), com o objetivo geral de verificar o desempenho de tal mecanismo de gestão de risco de preço em duas localidades que são destaque na produção de soja. A indagação que norteia a investigação é se tal contrato, lançado pela B3 visando ser mais aderente a realidade brasileira, se mostra um bom instrumento de proteção para duas localidades de grande relevância na produção de soja do país e se há discrepâncias ou similaridades no resultado da proteção para tais cidades. A hipótese é que uma efetividade mínima seja encontrada e os resultados sejam semelhantes para as regiões estudadas.

Além do objetivo geral, tem-se como objetivos específicos apresentar a evolução do mercado de derivativos, para então abordar o mecanismo do hedge e suas funcionalidades, bem como expor a evolução da produção da soja no país, de modo a proporcionar um completo entendimento de como Sorriso (MT) e Rio Verde (GO) alcançaram o patamar de grandes produtores de tal grão.

No Brasil, já foram realizados diversos estudos abordando a efetividade e razão ótima do hedge. Destaca-se a pesquisa conduzida por Souza, Filho e Marques (2012), que analisou a efetividade e a razão ótima para a soja em Rondonópolis (MT). Guerra et al. (2013) empreenderam uma investigação sobre a efetividade e a razão ótima de hedge para a soja na praça de Tupanciretã (RS). Adicionalmente, Souza (2020) desempenhou um papel crucial ao introduzir e calcular a efetividade da estratégia de hedge para o mercado de grãos, com foco especial na soja, nos municípios de Rio Verde, Jataí e Cristalina, situados em Goiás. Esses estudos contribuem significativamente para a compreensão dos métodos de hedge e suas implicações nos diferentes cenários agrícolas do país.

Desta forma, a contribuição do presente estudo para a vasta literatura existente sobre o tema, está no fato de propor a análise para um contrato lançado recentemente, para o qual o número de trabalhos é bastante reduzido, principalmente os de modalidade empírica, acrescido ao fato de comparar a efetividade e a razão ótima de hedge para duas regiões de grande relevância para a soja, que não costumam figurar juntas em um mesmo estudo.

Por fim, quanto à estrutura, este estudo está organizado em cinco capítulos, além da presente introdução. O segundo capítulo engloba conceitos relacionados aos mercados futuros, a explicação teórica da razão ótima de hedge e uma revisão da literatura sobre o tema. No terceiro capítulo, realiza-se uma breve reflexão sobre a importância do complexo da soja para

a economia brasileira e para os estados de Mato Grosso e Goiás. O quarto capítulo detalha a metodologia adotada para o tratamento e análise dos dados, explicando os modelos empíricos usados. O quinto capítulo apresenta e discute os resultados obtidos, contextualizando-os com outros resultados presentes na literatura. Finalmente, no sexto capítulo, são expostas as considerações finais do estudo.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA: MERCADO DE DERIVATIVOS E HEDGE

Neste capítulo, o enfoque está na compreensão do contexto que envolve a análise da efetividade das estratégias de hedge. Para alcançar este objetivo, será realizada uma explicação dos princípios do mercado de derivativos, abordando suas definições e características fundamentais, assim como se investigará a evolução desse mercado tanto em escala global, quanto no âmbito nacional. Em seguida, a análise se concentrará na técnica do hedge e em sua aplicação prática com uma avaliação de seu valor e utilidade. Por fim, este capítulo oferecerá um amplo panorama da literatura referente à efetividade do hedge, apresentando uma visão abrangente das diversas perspectivas e pesquisas relevantes relacionadas a esse tema crucial no contexto financeiro e empresarial.

2.1 Mercado de derivativos e sua importância

Um contrato de derivativo pode ser definido como um instrumento financeiro cujo valor depende (ou deriva) das características de outros ativos ou instrumentos financeiros. Nesse contexto, costuma-se associar o preço do contrato de derivativo a um preço de uma *commodity* ou taxa (de juros, de câmbio etc.) (SANTOS; SILVA, 2015).

Segundo Assaf (2015), os contratos de derivativos podem ser utilizados para realizar operações de hedge, mas também funcionam como instrumento de arbitragem, ou mesmo para especulação, sendo os tipos de contratos de derivativos mais comuns, os contratos a termo, contratos futuros, de opções, e contratos swaps. Assaf (2015) apresenta definições bem claras sobre tais tipos:

- **Contratos a termo:** é um contrato de compra e venda de mercadorias com entrega em data futura, porém com preço determinado no ato de fechamento do contrato, ou seja, este tem seu preço determinado previamente, sendo que o contrato não é padronizado.
- **Contratos futuros:** são contratos realizados entre duas partes com vencimento em uma data futura, no qual os compromissos de compra e venda obedecem a um ajuste diário de posições e de margens, seguindo determinados padrões
- **Opções:** proporciona o direito, mas não a obrigação de compra ou venda em determinada data futura de um certo ativo. Tal direito é adquirido pelo pagamento de um prêmio. Por configurar um direito, o contrato de opção pode ou não ser exercido a depender das condições do cenário econômico. Há dois tipos principais de opções: europeias ou americanas. Nas opções europeias o titular pode exercer seu direito de compra ou venda a qualquer momento do prazo da operação. Nas opções americanas o

direito de compra ou venda do ativo subjacente somente pode ser exercido na data de vencimento do contrato

- **Swaps:** são contratos que permitem que as duas partes possam trocar um índice de rentabilidade de seus ativos por outro, em uma data futura, de acordo com critérios pré-estabelecidos. Alguns exemplos de contratos de swaps são de moeda (exemplo: dólar por euro), de índices (TR por IGPM), de taxa de juros (fixos para variáveis, ou vice-versa), etc.

Além disso, é importante destacar que, conforme citado em Hull (2016), os principais participantes dos mercados derivativos são o hedger, o especulador e o arbitrador. O hedger é o participante que busca se proteger de perdas, mediante as possíveis oscilações de preços dos seus ativos. Já o especulador adquire o risco do hedger, visando ganhos financeiros no curto prazo, promovendo liquidez ao mercado. Enquanto isso, o arbitrador é o participante que identifica diferenças nos preços dos ativos em diferentes mercados, comprando ativos nos mercados que oferecem menores preços para vendê-los em mercados que proporcionam maiores preços.

O hedge envolve a realização de uma operação financeira que compensa potenciais perdas financeiras em um ativo subjacente devido a mudanças adversas nos preços, protegendo assim o investidor contra flutuações de preço desfavoráveis. A razão ótima de hedge é o nível ideal de proteção contra o risco de preço que um investidor deve buscar ao implementar uma estratégia de hedge, que visa reduzir a exposição a variações de preço indesejadas. Já a efetividade de hedge refere-se à capacidade dessa estratégia em reduzir ou mitigar o risco de preço associado ao ativo subjacente. Geralmente é medida pela proporção da variação no preço do ativo subjacente que é neutralizada ou compensada pela variação no preço do instrumento de hedge. Quanto maior a efetividade, mais eficaz é a estratégia de hedge em proteger contra as flutuações de preço (TURRA, 2019).

A forma de operacionalização de um contrato de derivativo do modo que se conhece hoje, começou a ser usada em meados do século XIX. Em 1833, existiam diversos problemas com o escoamento da produção agropecuária no mundo. Dessa forma, era necessário padronizar a quantidade e a qualidade de produtos agrícolas, uma vez que, dependendo do produto, as colheitas se concentravam numa determinada época do ano. Em vista disso, os comerciantes e agricultores de Chicago passaram a realizar contratos para entrega futura de seus produtos a fim de assegurar um comprador e um vendedor para eles. Surgiu, então, em 1848, a *Chicago Board of Trade* (CBOT), que passou a realizar operações a termo e à vista. Com o triunfo da *Chicago Board of Trade*, diversas outras bolsas emergiram por toda a América do Norte, entre

elas foi criada, no ano de 1898, a *Chicago Butter and Egg Board*, que, em 1919, mudou seu nome para Chicago Mercantile Exchange (CME) (FREIRE, 2002).

Inicialmente, eram negociados na CBOT produtos como milho, trigo e aveia, apenas em 1936 é que a soja também começou a ser negociada. Até a década de 1970, somente *commodities* agrícolas ou minerais eram negociadas no mercado de derivativos. Porém, nesta década, o Acordo de Bretton Woods¹ foi encerrado, colocando-se um fim na convertibilidade do dólar em ouro, deixando o sistema financeiro internacional muito mais instável, confirmando a necessidade de um melhor gerenciamento do risco nas operações internacionais. Dessa maneira, a Chicago Mercantile Exchange (CME) iniciou negociações com contratos futuros e com contratos de opções de ativos financeiros, fazendo com que outras bolsas ao redor do mundo também aderissem a esses modelos de contrato (PINA, 2009; MOREIRA; BRUM 2018). Tais contratos se tornaram importantes no mundo dos derivativos, uma vez que passaram a oferecer um mecanismo de proteção aos agentes econômicos contra possíveis perdas, além de servir para criar estratégias especulativas com base na previsão de preços (B3, 2023).

No final da década de 1980, a CME começou a realizar negociações eletrônicas de contratos futuros com a conceituação e início do desenvolvimento da plataforma CME Globex. Em 2003, a CBOT fez um acordo com a CME para usar seus serviços de compensação. Isso tornou-se oficial em 2007 e levou à formação do CME Group Inc, atualmente composto por quatro bolsas: Chicago Mercantile Exchange (CME), Chicago Board of Trade (CBOT), New York Mercantile Exchange (NYMEX) e COMEX (CME GROUP, 2023).

No Brasil, em 1890, Emílio Rangel Pestana fundou a primeira bolsa de valores do estado de São Paulo, a Bolsa Livre de São Paulo, porém ela foi fechada em 1891 em decorrência da política do Encilhamento² (NABARRO, 2016). No ano de 1895, foi criada a Bolsa de Fundos Públicos de São Paulo, que, em 1935, passou a ser chamada de Bolsa Oficial de Valores de São Paulo, conhecida como BOVESPA (CARMELLO, 1997). Em 1917, abriu-se a Bolsa de Mercadorias de São Paulo (BMSP), desenvolvida por empresários paulistas relacionados à

¹ Em 1944, 44 países reuniram-se em Bretton Woods para discutir a reorganização do sistema monetário e financeiro internacional no âmbito da Conferência Monetária e Financeira das Nações Unidas, dando origem ao Acordo de Bretton Woods, no qual foi definido um conjunto de regras e de instituições que regularam as relações monetárias e financeiras entre os países até 1971. O acordo instituiu o padrão dólar-ouro, que estabelecia a conversibilidade do dólar em ouro, em uma paridade fixa, e reafirmava a centralidade do dólar (COMBAT, 2019).

² A Política do Encilhamento foi uma estratégia econômica adotada no Brasil durante o período da República Velha, especificamente durante o governo de Rui Barbosa como Ministro da Fazenda. Essa política envolveu medidas como a emissão descontrolada de papel-moeda, estímulo à expansão do crédito e promoção do desenvolvimento industrial. No entanto, ela também resultou em inflação descontrolada, desequilíbrio econômico e colapso financeiro (MARTINS, 2020).

exportação e à agricultura, que se espelharam na Bolsa de Chicago (CBOT), sendo considerada a primeira bolsa a introduzir operações a termo no país (SANTOS, 2003).

Já no ano de 1985, criou-se a Bolsa Mercantil de Futuros (BM&F), que alcançou um notável êxito ao participar na negociação de contratos futuros abrangendo várias categorias (CORRÊA; RAÍCES, 2005). No ano de 1991, concretizou-se a união entre a Bolsa de Mercadorias de São Paulo e a Bolsa Mercantil de Futuros, formando a Bolsa de Mercadorias & Futuros, que manteve a sigla BM&F. Em 1997, a Bolsa Brasileira de Futuros (BBF), fundada em 1983, no Rio de Janeiro também foi incorporada nessa união, consolidando-se na negociação de derivativos no país (MARQUES, 2008). Inicialmente, essas bolsas tinham um foco voltado para a negociação de ativos agrícolas, especialmente *commodities* e títulos de empresas ligadas ao setor. Alguns exemplos de ativos agrícolas negociados incluíam café, açúcar, soja e boi gordo. No entanto, ao longo do tempo e com o desenvolvimento do mercado financeiro brasileiro, as bolsas de mercadorias expandiram suas operações para incluir uma variedade maior de ativos financeiros. Isso incluiu a negociação de ações, taxas de juros e índices (PINHEIRO, 2019).

Vale ressaltar que, somente em 1966 as bolsas de valores passaram a ser instituições autônomas, já que anteriormente cada estado tinha sua respectiva bolsa e as secretarias de finanças eram as responsáveis pelo controle de cada uma delas. Assim, nos anos 2000, a Bolsa Oficial de Valores de São Paulo (BOVESPA) incorporou todas as bolsas de valores do país, integrando os mercados acionários brasileiros. A partir de 2007, a BM&F e a BOVESPA transformaram-se em sociedades anônimas, passando a ter oferta pública de ações no mercado (BARCELLOS, 2010).

Em 2008, tais bolsas fundiram-se, formando a BM&FBOVESPA, que, no ano de 2017, adotou o nome de “B3” (Brasil, Bolsa e Balcão) (OLIVEIRA, 2019). Essa mudança do nome e da marca refletiu a integração das operações da antiga BM&FBOVESPA com a Cetip, uma empresa que opera no mercado de registro, negociação e liquidação de ativos financeiros e títulos de dívida. A união dessas duas entidades resultou na criação de uma bolsa de valores mais ampla, oferecendo uma gama mais diversificada de serviços financeiros e produtos (REDECKER; CAVAGNOLI, 2020).

Pelo fato da Chicago Mercantile Exchange (CME) ser líder global em negociação de futuros e opções em uma ampla variedade de ativos, grandes produtores ainda preferem investir nela (SOUZA; OLIVEIRA; SANTINI, 2013). Em virtude de tal fato, a B3 busca implementar diversas estratégias para atrair uma gama mais ampla de participantes e aumentar o volume de negócios. Isso como forma para aprimorar a sua liquidez e eficiência do mercado de derivativos,

particularmente para contratos específicos para os quais ainda não se tem um nível de liquidez mínimo (MACHADO 2023). Entre as estratégias adotadas, destacam-se programas de educação e conscientização investimentos em tecnologia e infraestrutura, parcerias com outras bolsas, programas de incentivos para *market makers* e estratégias de redução de tarifas (B3, 2023).

Resumindo, os contratos de derivativos são instrumentos financeiros, cujo valor depende de ativos ou instrumentos financeiros subjacentes, utilizados para operações de hedge, arbitragem e especulação. Os principais tipos de contratos de derivativos incluem contratos a termo, futuros, opções e swaps. Esses instrumentos desempenham um papel fundamental na gestão de riscos e na criação de estratégias de investimento.

2.2 A técnica do hedge e a sua utilidade

Como já exposto, os derivativos podem ser utilizados como ferramenta de hedge, isto é, uma estratégia de proteção para os riscos de preço que os produtos ou ativos apresentam. Ao praticar o hedge, o agente econômico busca minimizar a probabilidade de perdas futuras (TURRA, 2019).

É possível fazer um hedge com diferentes tipos de contratos de derivativos, sendo eles contratos a termo, contratos futuros e de opções. Os contratos futuros, por serem padronizados, representam uma opção mais simples e com maiores garantias em relação aos contratos a termo que, por sua vez, oferecem a possibilidade de personalização das características do contrato, sendo úteis para atender às necessidades específicas das partes envolvidas. Já os hedges efetuados usando opções têm a particularidade de possibilitar, de acordo com a estrutura estabelecida, a criação de posições que podem gerar ganhos, se o preço da mercadoria se movimentar na direção desejada, isso sem a obrigatoriedade de a posição ser exercida (SILVA et al., 2013). Todavia, este trabalho irá focar apenas em hedges realizados com contratos futuros.

Para falar sobre hedge, o conceito de risco de base é fundamental, já que este está relacionado à incerteza quanto à evolução da base ao longo do tempo, que se dá pela diferença entre o preço à vista e o preço futuro de um ativo (BAPTISTA, 2005). O risco de base se origina de diversas fontes, como mudanças na oferta e demanda, flutuações nas taxas de juros e eventos econômicos e políticos. Essas variações podem impactar a efetividade de estratégias de hedge baseadas em contratos futuros, levando a resultados imprevistos, mesmo quando os preços do ativo e dos contratos de hedge seguem tendências previsíveis. Portanto, é crucial gerenciar o risco de base para otimizar a efetividade do hedge e minimizar a exposição a movimentos de

preço indesejados. A base pode ser classificada em três categorias: positiva, quando o contrato futuro é mais barato do que o ativo à vista; negativa, quando o contrato futuro é mais caro que o ativo à vista; ou zero, quando não há diferença entre os preços do contrato futuro e do ativo à vista, dependendo das condições do mercado e das características do ativo subjacente (HULL, 2016).

Nesse contexto, segundo Paxson e Wood (2001), o hedger, ou seja, aquele que busca se proteger do risco de preço, deve assumir no mercado futuro uma posição contrária àquela assumida no mercado à vista. Assim, quando as variações de preços entre o mercado futuro e o mercado à vista são iguais, o risco de preço é eliminado completamente e tem-se o chamado “hedge perfeito”. Entretanto, esse hedge acontece raramente, devido ao risco de base que torna difícil prever e controlar as variações na diferença entre esses preços ao longo do tempo, fazendo com que o agente que opera no mercado futuro possa obter ganhos devido a este fato (BAPTISTA, 2005).

O hedge pode ser de compra ou de venda (HORITA, 2010). No hedge de venda, o agente que produz e/ou compra no mercado físico, para se proteger de possíveis quedas no preço do seu ativo, efetua uma operação de venda de contratos no mercado futuro, assumindo a posição vendida. Já no hedge compra, ocorre o inverso, o agente não possui o ativo no mercado físico e deseja comprá-lo no futuro. Assim, com medo de que o preço do ativo aumente, ele compra contratos no mercado futuro, assumindo uma posição comprada (FARHI, 1999).

Ademais, existe também o cross-hedge, ou hedge cruzado, no qual o ativo subjacente dos contratos futuros é diferente do ativo cujo preço é hedgeado (BUENO, 2002). O principal motivo para a realização dessa técnica se deve ao fato de que, em determinados mercados, não existem contratos futuros que sejam compatíveis com o padrão do ativo no mercado físico (OLIVEIRA NETO et al., 2016). Um exemplo de cross-hedge foi abordado no trabalho de Vukina e Anderson (1993), o qual investigou a possibilidade de se efetuar a proteção de preço para a farinha de peixe, que não possui contrato futuro, utilizando, então, um contrato de farelo de soja.

Relacionada ao conceito de hedge, encontra-se a razão ótima de hedge ou razão de mínima variância, que é determinada pela proporção entre o tamanho da posição em contratos futuros e a extensão da exposição no mercado físico. Em grande parte das situações, a razão de hedge é apresentada como 1,0, indicando que o número de produtos protegidos pela operação de hedge nos contratos e no mercado físico está definido na mesma proporção. Contudo, é crucial observar que, se a intenção do hedger é minimizar ao máximo o risco, não é necessariamente estabelecida uma razão de hedge de 1,0 (HULL, 2016).

O hedge representa uma estratégia extremamente flexível, capaz de ser aplicada a uma vasta variedade de ativos e riscos, com o propósito fundamental de reduzir a exposição às oscilações adversas de preços, taxas e condições do mercado. Um notável exemplo disso é o hedge relacionado a preços de commodities, que é empregado para proteção contra variações nos valores de tais matérias-primas, visto que do plantio até o período de colheita diversos fatores podem influenciar o preço de tal produto (SILVA, 2014).

Essa técnica também pode ser efetuada para moedas, no sentido de gerar proteção contra flutuações desfavoráveis nas taxas de câmbio. Empresas, investidores e instituições financeiras fazem uso de uma diversidade de instrumentos financeiros, tais como contratos futuros, opções e swaps, para realizar o hedge com o objetivo de minimizar o risco associado às mudanças nas taxas cambiais. Isso se mostra imprescindível para garantir que as variações nas taxas de câmbio não exerçam impactos negativos nos resultados financeiros, nas margens de lucro e nos ativos denominados em moedas estrangeiras (CAPELLETTO; OLIVEIRA; CARVALHO, 2007).

Por outro lado, o hedge de taxas de juros é uma estratégia empregada por empresas, instituições financeiras e investidores para mitigar o risco associado a flutuações nessas taxas. Isso é realizado por meio de instrumentos financeiros, como contratos futuros, swaps de taxa de juros e opções, com o propósito de controlar os custos de empréstimos, proteger investimentos e manter a estabilidade financeira, especialmente em ambientes de taxas de juros voláteis (LAMEIRA; FIGUEIREDO; NESS JÚNIOR, 2015).

Além disso, também há a possibilidade de realizar o hedge com índices de ações, como foco em proteger investimentos em ações individuais ou carteiras de ações contra flutuações adversas nos mercados acionários. Investidores fazem uso de contratos futuros, opções, swaps e outras técnicas para reduzir o risco de desvalorização de suas participações em ações, particularmente, em períodos de volatilidade ou incerteza nos mercados. Essa estratégia contribui para a preservação do capital e a manutenção da estabilidade financeira, oferecendo proteção contra perdas no valor dos ativos acionários (FLORINDO, 2022).

Por último, o hedge com títulos também é possível e pode ser utilizado para proteger o valor de títulos e investimentos de renda fixa contra flutuações nas taxas de juros. Investidores utilizam contratos futuros, opções ou swaps de taxa de juros para reduzir o risco de perdas decorrentes de variações nas taxas de juros. Essa estratégia visa garantir a estabilidade do valor dos títulos e a preservação do capital, mesmo quando as taxas de juros estão sujeitas a oscilações (KRITSINELIS, 2014).

Em resumo, o uso de derivativos como ferramenta de hedge funciona como uma estratégia de proteção contra os riscos de preço de produtos ou ativos. Os contratos futuros e de

opções são instrumentos comuns para essa finalidade, mas é importante considerar o risco de base, que está relacionado à diferença entre os preços à vista e os preços futuros de um ativo. O hedge pode ser aplicado em uma ampla gama de situações, desde commodities até moedas, taxas de juros, índices de ações e títulos, proporcionando estabilidade e proteção contra oscilações adversas. Essa estratégia desempenha um papel crucial na economia, permitindo que empresas e agentes econômicos, minimizem o impacto de volatilidades e incertezas nos mercados, assegurando a preservação do capital e a estabilidade financeira.

2.3 Efetividade do hedge: Panorama da literatura

Dada a natureza dinâmica do mercado agrícola, é evidente um aumento significativo do interesse por parte de pesquisadores e profissionais do mercado financeiro em investigar a efetividade e as estratégias ótimas de hedge. A preocupação com a mitigação dos riscos associados aos preços é crescente, por isso ter um instrumento que seja efetivo na proteção em relação às oscilações de preço é o ideal. Logo, diversos são os estudos que buscam mensurar a efetividade do hedge. Como ilustrado anteriormente, o hedge pode ser aplicado a uma ampla variedade de produtos e ativos, no entanto os trabalhos que serão apresentados a seguir têm como foco de análise, especificamente, a esfera agrícola, uma vez que essa constitui a ênfase principal deste estudo.

A seguir, serão apresentados trabalhos relacionados a este tema. No Quadro 1, tem-se um resumo de trabalhos relevantes sobre a efetividade do hedge para outros países que não o Brasil.

Quadro 1 – Trabalhos internacionais sobre a efetividade do hedge

Autor(es)	Objetivo	Período de Análise	Localidade	Metodologia(s)	Conclusão
San Ong, Tan e Teh (2012)	Verificar a efetividade de hedge no mercado de futuros de óleo de palma bruto.	Dados originalmente diários transformados em anuais e mensais (08/2008-15/06/2011)	Malásia	Mínimos Quadrados Ordinários (MQO).	A efetividade do hedge no mercado de futuros de óleo de palma bruto na Malásia mostrou um baixo nível de efetividade. Esse resultado indica que o preço à vista do óleo de palma bruto na Malásia é relativamente estável e consistente ao longo do período de 2009 a 2011.
Shrydeh et al. (2019)	Examinar os mecanismos de transmissão e os seus efeitos	Dados originalmente diários transformados	Estados Unidos	Modelo Autoregressivo (AR), Modelo de Correlação	Os resultados sugeriram que a efetividade do hedge com ouro contra ações nos EUA tende a diminuir à

	entre os preços à vista do ouro e os preços das ações dos EUA após a Crise Financeira Global de 2007 e estimar a efetividade do hedge entre ações e ouro nos principais mercados financeiros dos EUA.	em anuais (01/2007-12/2017)		Condicional Dinâmica Assimétrica (ADCC) e Modelo de Heterocedasticidade Condicional Autorregressiva Generalizado (GARCH).	medida que a capitalização de mercado das ações aumenta, o que implica que um nível marginal de exposição ao risco é mitigado, considerando a proporção relativamente alta de fundos que precisam ser investidos em ouro em relação às ações.
Penone, Giampetri e Forestry (2021)	Analisar a efetividade do hedge para produtores de soja, milho e trigo de moagem.	Dados originalmente diários transformados em mensais (01/2007-12/2020)	Bolonha (Itália)	Mínimos Quadrados Ordinários (MQO) e Modelo de Heterocedasticidade Condicional Autorregressiva Generalizado (GARCH).	Os resultados confirmaram a efetividade do hedge com contratos futuros para todas as <i>commodities</i> consideradas, mostrando também que esse efeito aumenta com horizontes de hedge mais longos, e apresenta um desempenho melhor no mercado de câmbio europeu (ou seja, Euronext), em comparação com o mercado norte-americano.
Salisu, Vo e Layal (2021)	Avaliar o papel do ouro como uma estratégia de hedge contra variações de preços do petróleo bruto.	Dados originalmente diários transformados em anuais e mensais (01/2016-08/2020).	Estados Unidos	Modelo de Média Móvel Autoregressiva Vetorial (VARMA) e Modelo de Heterocedasticidade Condicional Autorregressiva Generalizado (GARCH).	Os resultados empíricos mostraram que o ouro é um porto seguro significativo contra os riscos relacionados aos preços do petróleo. As análises da carteira ótima e de proteção também validaram a efetividade da proteção oferecida pelo ouro contra os riscos associados ao petróleo. A robustez de resultados é adicionalmente confirmada com o uso de três outros metais preciosos proeminentes - prata, platina e paládio.
Lee e Vedenov (2023)	Analisa a efetividade de estratégias de hedge para a soja.	Dados originalmente diários transformados em mensais (02/2007-09/2021).	Estados Unidos	Mínimos Quadrados Ordinários (MQO).	O estudo confirmou que a dependência de preços afeta a efetividade do hedge, sendo que uma maior dependência entre os preços à vista e os preços futuros torna o hedge mais eficaz. Em casos de alta dependência entre os preços de duas <i>commodities</i> , o hedge conjunto apresentou um desempenho relativamente

					melhor do que o hedge de uma única <i>commodity</i> devido à presença de riscos compensatórios. Isso leva a uma redução na efetividade do hedge.
--	--	--	--	--	--

Fonte: Elaboração própria.

A análise comparativa dos estudos conduzidos pelos pesquisadores San Ong, Tan e Teh (2012), Shrydeh et al. (2019), Penone, Giampetri e Forestry (2021), Salisu, Vo e Layal (2021) e Lee e Vedenov (2023), apresentados no Quadro 1, proporciona uma visão abrangente e multifacetada das abordagens, metodologias e conclusões relacionadas à efetividade das estratégias de hedge em diversos contextos e em diferentes mercados financeiros.

O fator comum entre os estudos aqui em questão é a intenção intrínseca de avaliar a capacidade de proteção oferecida por estratégias de hedge em relação a uma ampla variedade de ativos financeiros, em meio a cenários econômicos variados. Outrossim, é interessante observar que muitos desses estudos converteram os dados originais, que eram coletados diariamente, em séries temporais anuais e mensais, permitindo uma análise mais abrangente e mitigando a influência das flutuações de curto prazo nas conclusões, a semelhança dos trabalhos para o Brasil fazem.

No que se refere à metodologia, San Ong, Tan e Teh (2012) empregaram a técnica de Mínimos Quadrados Ordinários (MQO). Shrydeh et al. (2019) fizeram uso de Modelos Autoregressivos (AR) e Modelos de Correlação Condicional Dinâmica Assimétrica (ADCC). Penone, Giampetri e Forestry (2021) combinaram a abordagem MQO com o Modelo de Heterocedasticidade Condicional Autorregressiva Generalizado (GARCH). Salisu, Vo e Layal (2021) aplicaram o Modelo de Média Móvel Autoregressiva Vetorial (VARMA), em conjunto com o GARCH. Por fim, Lee e Vedenov (2023) recorreram ao método de Mínimos Quadrados Ordinários (MQO). Vale notar que o Modelo GARCH emerge como uma ferramenta comum e recorrente na análise de riscos financeiros e volatilidade.

Ademais, cada pesquisa se concentrou em uma localização geográfica e mercado específicos, abrangendo áreas que vão desde a Malásia, Estados Unidos até a Itália. A variedade de *commodities* estudadas também é notável, incluindo óleo de palma, ouro, soja, trigo e milho. Outrossim, os períodos de análise abrangem uma ampla gama de anos, cobrindo intervalos que se estendem de 2007 até 2021. A diversidade temporal reflete a intenção de examinar a efetividade das estratégias de hedge em diferentes contextos econômicos e momentos específicos da história financeira.

No que tange às conclusões, o estudo conduzido por San Ong, Tan e Teh (2012) sugeriu que as estratégias de proteção no mercado de óleo de palma da Malásia têm efetividade limitada. Por outro lado, Salisu, Vo e Layal (2021) enfatizam o ouro como um ativo eficaz na mitigação das flutuações nos preços do petróleo. Shrydeh et al. (2019), por sua vez, observaram que a efetividade do uso do ouro como proteção em relação às ações nos Estados Unidos diminui à medida que a capitalização de mercado das ações aumenta, sugerindo uma redução marginal na exposição ao risco.

Enquanto isso, Penone, Giampetri e Forestry (2021) confirmaram a efetividade do uso de contratos futuros para proteger contra riscos nos mercados de soja, milho e trigo, destacando que esse efeito se intensifica com horizontes de proteção mais longos. Finalmente, Lee e Vedenov (2023) concluíram que a dependência entre os preços afeta a efetividade da proteção, mostrando que uma maior correlação entre os preços atuais e futuros torna a estratégia de proteção mais eficaz. Em situações em que existe uma alta correlação entre os preços de duas commodities, a proteção conjunta demonstra um desempenho relativamente superior em comparação à proteção individual, devido à presença de riscos domésticos.

Após o panorama feito a respeito da literatura internacional sobre a efetividade do hedge, o Quadro 2 traz um panorama da literatura nacional, ou seja, da verificação da efetividade do hedge para o Brasil.

Quadro 2 - Trabalhos nacionais sobre a efetividade do hedge

Autor(es)	Objetivo	Período de Análise	Localidade	Metodologia(s)	Conclusão
Lazzarini (1998)	Realizar uma avaliação comparativa entre os instrumentos alternativos de gestão de riscos de preços no sistema agroindustrial da soja brasileiro, destacando-se dois aspectos: a competição entre contratos futuros negociados em bolsas distintas (a BM&F e a CBOT) e os efeitos da negociação a termo.	Dados originalmente diários transformados em semanais (03/01/1996 – 02/01/1997)	Passo Fundo (RS), Maringá (PR), Rondonópolis (MT), Dourados (MS) e Rio Verde (GO)	Utilizou-se regressões para mensurar a efetividade do hedge, considerando os retornos do mercado físico e futuro. Testes estatísticos foram aplicados para avaliar a hipótese de igualdade na efetividade entre contratos da BM&F e CBOT.	A efetividade de hedge comparativa entre o contrato da CBOT e da BM&F mostrou diferença significativa entre ambos, para algumas regiões brasileiras de referência, com vantagem para o da BM&F, o que é consistente com a idéia de trade-off entre custos e efetividade de hedging. Apesar dos maiores riscos residuais em operações na CBOT, grande parte dos agentes do sistema, no Brasil, prefere operar nesta bolsa em razão da sua maior liquidez.
Silva, Aguiar e Lima (2003)	Analisar a efetividade do hedge de óleo de	Dados diários (05/08/1998 – 15/09/2000).	Bahia (Barreiras), Paraná	A metodologia emprega modelos teóricos e analíticos	Os resultados mostram que o hedge cruzado com contratos futuros de soja da

	soja brasileiro, farelo de soja e soja na Bolsa de Mercadorias de Chicago (CBOT) e na Bolsa de Mercadorias e Futuros do Brasil (BM&F) para reduzir o risco de perda financeira devido a flutuações nos preços das commodities.		(Cascavel, Campo Mourão, Maringá e Ponta Grossa), Mato Grosso (Cuiabá e Rondonópolis), Rio Grande do Sul (Passo Fundo), Santa Catarina (Chapecó), Minas Gerais (Uberlândia), Goiás (Rio Verde), Mato Grosso do Sul (Dourados) e São Paulo (Orlândia).	para estimar a proporção ótima de hedge e avaliar sua efetividade, utilizando dados de séries temporais e testes de raiz unitária para análise empírica.	BM&F tem baixa eficácia para gerenciar o risco de preço do óleo e farelo de soja. Porém, o uso de contratos futuros de farelo de soja da CBOT é vantajoso em comparação com o hedge cruzado usando contratos de soja da BM&F, enquanto o hedge com contratos futuros de óleo de soja na CBOT é mais eficaz do que com contratos de soja na BM&F, exceto em algumas situações específicas.
Maia e Aguiar (2010)	Estudados os riscos e os retornos de estratégias de hedge para as dez principais regiões que produzem soja do Brasil com o uso de contratos futuros de soja da Chicago Board of Trade (CBOT).	Dados originalmente diários transformados em anuais (2001 – 2004)	Balsas (MA), Barreiras (BA), Sorriso (MT), Rio Verde (GO), Uberlândia (MG), Dourados (MS), Cândido Mota (SP), São Paulo; Cascavel (PR), Passo Fundo (RS) e Chapecó (SC).	A metodologia analisa operações de hedge de venda e compra, expressando a base em relação aos contratos futuros e preços à vista. Destaca movimentos de fortalecimento e enfraquecimento da base e avalia o risco utilizando o coeficiente de variação.	Os autores concluem que as bases têm um padrão definido: se fortalecem no período de maio a novembro e se enfraquecem nos seis meses que se seguem. Assim, a conclusão é que os contratos de soja da CBOT possibilitam diferentes retornos brutos a depender do tipo de hedge, bem como do hedgeado e do contrato usado.
Oliveira Neto e Figueiredo (2010)	Avaliar a efetividade das operações de hedge do boi gordo no mercado futuro da BM&F para o Estado de Goiás.	Dados originalmente diários que foram transformados em mensais (01/1997-10/2007).	Goiânia (GO)	Mínimos Quadrados Ordinários (MQO).	Concluiu-se que as operações de hedge apresentam uma significativa redução de, aproximadamente, 90% no risco. Esse resultado sublinha a importância da adoção de estratégias de hedge no mercado futuro da BM&F para o Estado de Goiás.
Souza, Martines-Filho e	Avaliar a estratégia de hedge simultâneo para a produção de soja no	Dados originalmente diários transformados	Rondonópolis (MT)	Modelo de Heterocedasticidade e Condicional Autorregressiva	As conclusões indicaram que a utilização simultânea de hedge para os riscos de preços e taxa de câmbio

Marques (2012)	Centro-Oeste, empregando contratos futuros de preço e taxa de câmbio da BOVESPA/BM&F, por meio de um modelo que contempla o gerenciamento simultâneo dos riscos cambiais e de preços.	em mensais (03/2004 – 03/2009).		Generalizado (GARCH).	resulta em uma redução significativa do risco associado à receita total, em comparação com estratégias de hedge focadas apenas nos preços. A atenuação conjunta dos riscos de taxa de câmbio e preços revelou-se essencial para uma gestão estratégica eficaz por parte dos exportadores de <i>commodities</i> .
Monteiro et al. (2013)	Estimar a efetividade e razão ótima do hedge do boi gordo brasileiro nas localidades selecionadas.	Dados diários (02/01/2002 - 24/06/2008).	Praças de Araçatuba (SP), Campo Grande (MS), Três Lagoas (MS), Cuiabá (MT), Goiânia (GO) e Noroeste do Paraná (PR)	Modelo de Heterocedasticidad e Condicional Autorregressiva Generalizado (GARCH).	Os resultados indicam que não existem condições propícias para a implementação de um hedge eficaz ao considerar os retornos em logaritmo em vez dos preços em nível. Isso se deve à estacionariedade alcançada na primeira diferença. Além disso, a introdução de um termo de correção de erro é necessária para assegurar a relação de longo prazo, considerando também as correlações e variâncias que variam ao longo do tempo. Consequentemente, o contrato futuro de boi gordo não atende ao seu propósito de redução de risco para os hedgers.
Guerra et al. (2013)	Verificar se a execução de operações de “hedge” no mercado futuro da Bolsa de Mercadorias e Futuros (BM&F) realmente produz resultados eficazes no contexto da utilização desse método para mitigar os riscos decorrentes das flutuações nos preços do referido produto oleaginoso na região em questão.	Dados semanais (09/2004 – 09/2010).	Praça de Tupanciretã (RS)	Mínimos Quadrados Ordinários (MQO).	Foi observado que as séries analisadas resultaram em índices relativamente baixos para a razão ótima e a efetividade do “hedge”, indicando que esta pode não ser uma ferramenta adequada de gerenciamento de riscos para os agricultores de Tupanciretã.
Silva e Oliveira (2017)	Examinar a efetividade das estratégias de hedge	Dados originalmente diários que	Ponta Grossa (PR)	Mínimos Quadrados Ordinários (MQO).	Foi observado que, para os produtores de milho de Ponta Grossa, é vantajoso

	para o milho na localidade em foco.	foram transformados em mensais (01/2010-12/2016).			proteger uma parcela maior de sua produção nos mercados futuros, uma vez que sua produção é menor, apesar dos preços mais elevados. Além disso, a conclusão apontou que o mercado futuro supera o mercado físico, devido à disponibilidade da ferramenta de hedge, que protege contra as flutuações de preço e ao valor mais alto por saca em comparação ao mercado físico.
Souza (2020)	Introduzir e calcular a efetividade da estratégia de hedge para o mercado de grãos, em especial a soja.	Dados originalmente diários que foram transformados em mensais (04/2014-06/2019).	Rio Verde, Jataí, Cristalina (GO)	Mínimos Quadrados Ordinários (MQO).	Em todas as localidades analisadas, a efetividade do hedge se mostrou alta.

Fonte: Elaboração própria.

Como pode ser observado por meio dos estudos apresentados no Quadro 1, tem-se que os trabalhos encontraram resultados semelhantes no que tange à capacidade das estratégias de hedge em mitigar os riscos associados a ativos financeiros. É possível verificar que um componente essencial em todos os estudos apresentados é a comparação do risco de preços entre operações de hedge e exposições não protegidas ao mercado. Os pesquisadores buscaram avaliar se as estratégias de hedge eram capazes de efetivamente mitigar o risco de flutuações de preços. A coleta e análise de dados históricos desempenharam um papel crucial em todas as pesquisas, permitindo a construção de séries temporais mensais a partir de dados diários originais. Essa transformação é realizada com a intenção de reduzir a volatilidade inerente aos dados e identificar tendências de longo prazo.

A metodologia comumente aplicada nos estudos, conforme pode ser verificado no Quadro 2, inclui modelos de regressão, destacando-se a aplicação de Mínimos Quadrados Ordinários (MQO), para investigar as relações entre as variáveis e avaliar a efetividade das estratégias de hedge. Alguns pesquisadores recorreram ao Modelo de Heterocedasticidade Condicional Autorregressiva Generalizado (GARCH). A determinação da razão ótima de hedge, que indica a proporção de ativos que devem ser protegidos pelo hedge, é outro ponto comum em muitos desses estudos, ajudando a determinar o grau de proteção necessário em cada mercado.

Ademais, cada pesquisa se concentrou em uma localidade e mercado específicos, como Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Rio Grande do Sul, Paraná e São Paulo, o que resultou em distintas condições e características de mercado que influenciaram significativamente os resultados e as estratégias de hedge recomendadas. Além disso, o período de análise variou consideravelmente, abrangendo desde alguns anos até décadas, o que contribuiu para diferentes conclusões, uma vez que as condições de mercado podem experimentar mudanças substanciais ao longo do tempo e tal fato pode evidenciar a efetividade do hedge, conforme exposto pelos trabalhos.

Outra distinção relevante entre os trabalhos expostos no Quadro 2 diz respeito ao tipo de ativo analisado em cada pesquisa. Os estudos investigaram ativos como boi gordo, milho e soja, cada um com suas características peculiares e riscos associados. Essa variação impactou a escolha das estratégias de hedge mais apropriadas a serem adotadas.

Por fim, as conclusões das pesquisas apresentam semelhanças. No estudo em Ponta Grossa (PR), conduzido por Silva e Oliveira (2017), observou-se que foi vantajoso proteger uma parcela maior da produção de milho nos mercados futuros, devido à proteção contra flutuações de preço e preços mais elevados em comparação ao mercado físico.

No Mato Grosso, Souza, Martines-Filho e Marques (2012) concluíram que a adoção simultânea de hedge para os riscos de preços e taxa de câmbio resulta em uma considerável redução do risco associado à receita total, em comparação com estratégias de hedge focalizadas exclusivamente nos preços. A atenuação conjunta dos riscos de taxa de câmbio e preços revelou-se crucial para uma gestão estratégica eficiente por parte dos exportadores de commodities.

No contexto dos municípios de Goiás, o estudo de Oliveira Neto e Figueiredo (2010) mostrou que as operações de hedge para o boi gordo demonstraram uma redução significativa de cerca de 90% no risco, destacando a importância das estratégias de hedge no mercado futuro para Goiás. Enquanto isso, Souza (2020) evidenciou uma redução considerável nos riscos de preço associados à produção de soja, variando de 51% a 54%, com diferentes razões ótimas de hedge em cada município.

Já os trabalhos de Monteiro et al. (2013) e Guerra et al. (2013) concluíram que a estratégia de hedge para a soja foi menos eficaz nos municípios selecionados de Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Rio Grande do Sul, Paraná e São Paulo.

Outrossim, os estudos de Lazzarini (1998), Silva, Aguiar e Lima (2003) e Maia e Aguiar (2010) concentraram-se na avaliação da efetividade de diferentes estratégias de hedge para gerenciar o risco de preço no mercado de *commodities* agrícolas, especialmente relacionadas à

soja. Eles analisaram a efetividade de contratos futuros negociados em diferentes bolsas, como a Chicago Board of Trade (CBOT) e a Bolsa de Mercadorias e Futuros do Brasil (BM&F), em reduzir o risco financeiro associado às flutuações nos preços das *commodities* agrícolas, como óleo de soja, farelo de soja e soja em grão.

Dessa forma, pode-se observar que cada estudo trouxe uma perspectiva única sobre a efetividade das estratégias de hedge, refletindo a diversidade dos mercados e das condições locais. Em suma, tanto os trabalhos nacionais, quanto os internacionais, ressaltam a complexidade da efetividade das estratégias de hedge e a necessidade de se levar em consideração o contexto específico de implementação dessa estratégia de proteção. Cada estudo oferece percepções valiosas para investidores e pesquisadores, adaptadas às peculiaridades dos mercados e ativos específicos em análise, bem como o período avaliado.

As conclusões demonstram que a efetividade do hedge é sensível ao contexto local, às condições do mercado e aos ativos financeiros envolvidos. Portanto, ao considerar estratégias de hedge, é essencial levar em conta não apenas as lições gerais da literatura, mas também as particularidades do mercado e da localidade em questão. Os estudos ressaltam a importância de adaptar as estratégias de hedge às circunstâncias específicas para otimizar a gestão de riscos em diversos cenários econômicos. Desse modo, no próximo capítulo será apresentado o produto e as localidades foco da pesquisa.

3 PRODUÇÃO DE SOJA NA ECONOMIA BRASILEIRA

Ao longo das décadas, a produção de soja no Brasil traçou uma trajetória relevante, moldada por fatores históricos, avanços tecnológicos e mudanças nas práticas agrícolas. Este capítulo explorará a perspectiva histórica da produção de soja no país, desde os primórdios da sua introdução no cenário agrícola brasileiro até os dias atuais. Além disso, será dada atenção especial às notáveis contribuições dos estados de Mato Grosso (MT) e Goiás (GO) para esse panorama, examinando como essas regiões se estabeleceram como protagonistas fundamentais na produção de soja no Brasil.

3.1 Perspectiva histórica da produção de soja no Brasil

A evidência mais antiga sugere que a soja pode ter sido uma das primeiras espécies cultivadas pelo homem. A origem exata não está claramente definida devido a discordâncias entre os autores, embora haja consenso de que o centro de origem estava no leste asiático. Entre os anos 11 a.C. e III d.C., após o estabelecimento desse centro, a soja foi introduzida na Coreia e posteriormente levada para o Japão. A soja, nos primeiros registros da época, era um dos pilares importantes da agricultura e era cultivada ao lado do arroz, trigo, cevada e milho. Seu papel na sociedade era muito importante no referido país e até em dias atuais continua sendo um dos principais alimentos acumulados pelos monges budistas (JANKE, 2022).

Em 1712, Engelbert Kaempher, um alemão que passou dois anos no Japão, compartilhou seu conhecimento sobre a soja com o público europeu. O primeiro experimento de plantio na Europa ocorreu somente em 1739, no Jardim Botânico de Paris, através de sementes enviadas por missionários chineses. O cultivo efetivo de soja começou em 1790 no Jardim Botânico Real em Kew, Inglaterra. Nos Estados Unidos, a soja começou como uma curiosidade botânica no século XIX com crescimento inicial limitado. Entretanto, no século XX, especialmente após a Segunda Guerra Mundial, a soja ganhou proeminência devido a sua importância estratégica como fonte de proteína. Avanços tecnológicos, desenvolvimento de variedades adaptadas e a expansão para o Meio-Oeste impulsionaram a soja a se tornar uma cultura agrícola dominante nos Estados Unidos (BARROZO; ROSA, 2018).

No Brasil, a introdução da soja, no início do século XX, marcou o início de uma trajetória que transformou profundamente a agricultura e a economia do país, sendo inicialmente introduzida como uma cultura experimental, com variedades trazidas da China. De início, a soja foi cultivada no sul do Brasil, especialmente no estado do Rio Grande do Sul,

marcando o ponto de partida para experimentação e avaliação de sua adaptação ao solo e clima brasileiros (CAGNIN, 2022).

Nas décadas de 1930 e 1940, a soja começou a se difundir para a região sul, com experimentos mais amplos para avaliar sua adaptação ao clima e solo brasileiro, tendo como principais destinos a produção de forragem para alimentação do gado leiteiro e para a criação de suínos em pequenas propriedades rurais daquela região. No entanto, foi na década de 1970 que a expansão da soja atingiu seu auge, com avanços tecnológicos e práticas inovadoras abrindo caminho para uma significativa expansão da cultura (BARBOSA; ASSUMPÇÃO, 2001).

Nesse contexto, um grande marco para a modernização foi a criação da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), em 1973, que estabeleceu unidades de pesquisa em diferentes regiões do Brasil, trabalhando com diversas culturas. Esta empresa se tornou um dos grandes destaques no agronegócio brasileiro, sendo fundamental para estimular a reestruturação produtiva no campo, através da expansão agrícola para novas fronteiras e a incorporação de tecnologias. A adesão a métodos agrícolas que melhoram a qualidade do solo foi um dos maiores frutos deste processo de desenvolvimento do agronegócio no Brasil. Com isto, o país adotou o Sistema de Plantio Direto (SPD) que atualmente é referência mundial nesta prática (MARRA; SOUZA; ALVES, 2013).

Por conseguinte, a atenção voltou-se para o vasto território do Centro-Oeste, que foi beneficiado por projetos de ocupação e desenvolvimento ao longo das décadas, principalmente os estados de Mato Grosso e Goiás. Na década de 1970, iniciativas como o Programa de Desenvolvimento do Centro-Oeste (PRODOESTE) foram cruciais para integrar e modernizar a região, estimulando projetos agropecuários, infraestrutura e rodovias. Essas ações atraíram agricultores e empresas, impulsionando o crescimento da produção agrícola, especialmente da soja (FREITAS; SOBRINHO; MELLO, 2019).

A expansão da fronteira agrícola, aliada a práticas modernas como a agricultura mecanizada, desempenhou papel fundamental. Investimentos em pesquisa agrícola e sementes geneticamente modificadas, financiados pela iniciativa privada e com apoio da Embrapa, contribuíram para viabilizar a soja nos cerrados. Essa combinação de fatores criou um ambiente propício para o notável crescimento da produção de soja na região, consolidando-a como uma das principais produtoras do país (CUNHA, 2006).

Na década de 1980, a soja liderou a implantação de um novo processo de ocupação no centro do Brasil, especialmente nos estados de Goiás e Mato Grosso, impulsionando o crescimento de áreas anteriormente despovoadas e desvalorizadas. Apesar das condições

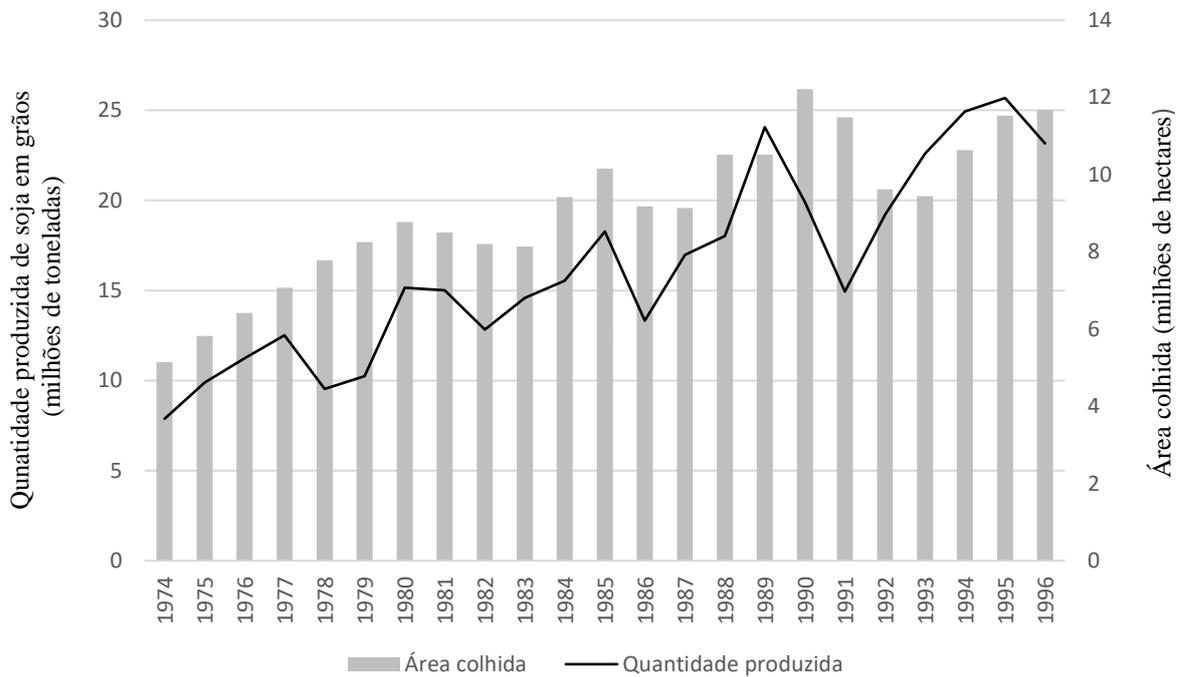
climáticas propícias para o cultivo da soja, o crescimento contínuo da área cultivada na região enfrentou desafios logísticos relacionados ao transporte do grão, bem como impasses na esfera ambiental (FAXO et al., 2017).

Já na década de 1990, a produção de soja no Brasil experimentou uma transformação marcante impulsionada por fatores como a abertura econômica, avanços tecnológicos, políticas governamentais e a expansão da fronteira agrícola. A introdução de sementes geneticamente modificadas e práticas agrícolas mais eficientes aumentou significativamente a produtividade. O país consolidou sua posição como líder global na produção e exportação de soja, impulsionado pela demanda internacional crescente. Essa convergência de elementos positivos estabeleceu as bases para o sucesso do setor de soja nos anos 90, consolidando o Brasil como uma figura proeminente na produção e comércio desse grão fundamental (CALDARELLI; CÂMARA; SEREIA, 2009).

Outro fator determinante para esse crescimento na década de 1990 foi a alteração na legislação vigente e seu impacto na dinâmica das exportações no Brasil. Até 1995 aproximadamente 95% da soja exportada pelo país era processada, transformada em farelo e/ou óleo de soja, enquanto apenas 5% eram comercializadas em grão in natura. No entanto, a promulgação da Lei Kandir em setembro de 1996 isentou o Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS) sobre exportações de produtos primários e semielaborados – ou seja, não industrializados. Esse desenvolvimento facilitou a entrada de produtos primários no mercado internacional, gerando uma maior competitividade nas exportações das *commodities* agrícolas brasileiras (WESZ JUNIOR, 2014).

Também é importante salientar que a produção de soja da década de 1990 foi favorecida por investimentos, avanços tecnológicos e mudanças nas políticas de comércio exterior. A valorização do dólar impulsionou as exportações, tornando os produtos brasileiros mais competitivos globalmente. O desenvolvimento contínuo de tecnologias agrícolas e investimentos em infraestrutura contribuíram para o aumento da produtividade. Desse modo, o setor de comércio exterior tornou-se dinâmico, impulsionando exportações lucrativas, especialmente de *commodities* (BARROZO; ROSA 2018).

O Gráfico 1 apresenta informações sobre a extensão plantada (em milhões de hectares) e produção total de soja em grãos (em milhões de toneladas) no Brasil durante o período de 1974 a 1996.

Gráfico 1 - Evolução da área colhida e quantidade produzida de soja no Brasil: 1974-1996

Fonte: Elaboração própria a partir de dados do IBGE (2023).

De acordo com o Gráfico 1, pode-se observar que, ao longo dos anos compreendidos entre 1974 e 1996, a produção anual de toneladas apresentou uma série de tendências distintas, picos notáveis e algumas quedas significativas. Inicialmente, observou-se um período de crescimento constante nos primeiros anos, destacando-se o ano de 1980 como um marco, atingindo uma produção de 15,16 milhões de toneladas. Contudo, a estabilidade não foi duradoura, com oscilações notáveis nos anos subsequentes. Um ponto de destaque emergiu em 1989, quando a produção atingiu seu pico mais expressivo até então, registrando 24,07 milhões de toneladas. Esse aumento exponencial contrastou com quedas pontuais, como as observadas em 1978, 1982-1983 e 1986. O ano de 1985 também se destacou como um período de aumento significativo, alcançando 18,28 milhões de toneladas. Entretanto, a virada da década de 1990 trouxe consigo desafios para a produção, evidenciados por quedas acentuadas em 1990, 1991 e 1996. Esses anos foram marcados por uma redução substancial na produção, sinalizando possíveis influências econômicas ou mudanças nas condições do mercado, além da incidência de fatores climáticos (IBGE, 2023; COMEX STAT, 2023).

No ano de 1999, o país passava por uma significativa mudança na política cambial, marcada pela desvalorização do real como estratégia para gerar divisas por meio da exportação de produtos primários. Após essa desvalorização cambial, a produção de soja registrou um

crescimento principalmente impulsionado pela expansão da área cultivada, diferentemente do crescimento baseado na produtividade que caracterizou a década de 1990 (DELGADO, 2012).

A partir do ano 2000, impulsionada pela crescente atratividade comercial de produtos primários no mercado internacional, decorrente dos impactos da Lei Kandir e da desvalorização do real em relação a moedas estrangeiras, a exportação de soja em grão manteve sua trajetória de expansão. Nesse sentido, a produção mundial do complexo soja expandiu-se de forma acentuada entre o período de 2001 a 2010, saltando de 357,7 milhões de toneladas para mais 477,6 milhões de toneladas, dentro de tal período (COMEX STAT, 2023).

O crescimento das exportações em valor (US\$) também registrou expressivos aumentos durante os anos que vão de 2001 a 2010 devido à alta demanda chinesa por *commodities* em geral. Somente a partir de 2008 que essa tendência se modifica, quando há um aumento mais significativo na quantidade exportada e há uma tendência para queda do preço médio, impactando na perda no valor das exportações mundiais. Um fator fundamental para a expansão da produção e consumo de soja nessa década está ligado aos estímulos da demanda: a conversão da proteína vegetal em animal, basicamente através da produção avícola (frango) e suína, foi o fenômeno que permitiu às grandes populações espalhadas pelo mundo afora, principalmente nos países da Ásia, aumentar o consumo de carne. O crescimento econômico da economia asiática explica boa parte do crescimento do consumo do farelo e óleo de soja (SOUZA, 2011).

A Tabela 1 exibe os dados referentes à quantidade produzida (em milhões de toneladas), volume das exportações (em milhões de quilogramas) e ao valor de FOB exportado (em milhões de dólares) de soja em grãos no Brasil no intervalo de 1997 a 2010.

Tabela 1 – Quantidade produzida (em milhões de toneladas), volume exportado (em milhões de quilogramas) e valor de FOB exportado (em milhões de dólares) de soja em grãos no Brasil no intervalo de 1997 a 2010

Ano	Quantidade produzida (milhões de toneladas)	Volume exportado (milhões de quilogramas)	Valor de FOB exportado (milhões de dólares)
1997	26,39	7.787,66	2.286,16
1998	31,30	9.189,58	2.149,66
1999	30,98	8.792,44	1.568,78
2000	32,82	11.506,58	2.184,82
2001	37,90	15.655,79	2.719,90
2002	42,10	15.951,44	3.027,15
2003	51,91	19.864,28	4.283,40
2004	49,55	19.167,23	5.366,23
2005	51,18	22.291,22	5.308,00
2006	52,46	24.879,32	5.643,59
2007	57,85	23.653,13	6.677,32

2008	59,83	24.492,59	10.944,33
2009	57,34	28.547,86	11.413,97
2010	68,75	29.064,45	11.035,20

Fonte: Elaboração própria a partir de dados do IBGE (2023) e Comex Stat (2023).

A Tabela 1 contempla um período de 14 anos que revela tendências significativas na produção, exportação e valor de FOB exportado de soja. Nos primeiros anos (1997-2000), observou-se um crescimento constante na produção, no volume exportado e no valor de FOB exportado, indicando uma expansão do mercado. Os anos seguintes (2001-2006) mostraram um aumento mais expressivo, sugerindo uma demanda crescente e possivelmente preços favoráveis, já resultado da demanda chinesa. Em 2007, embora a produção e o volume exportado continuem a crescer, houve uma desaceleração no aumento do valor de FOB exportado. Nos anos seguintes (2008-2010), apesar de uma leve redução em 2009, a produção, o volume exportado e o valor de FOB exportado permaneceram robustos (IBGE, 2023; COMEX STAT, 2023).

A partir de 2011, o Brasil continuou passando por um notável crescimento na produção e exportação de soja. A expansão da agricultura para áreas como o cerrado, aliada ao uso de tecnologias avançadas, impulsionou significativamente a produtividade. O país solidificou sua posição como o maior exportador global de soja, superando os Estados Unidos, com a China emergindo como o principal destino das exportações (PANDOLFO, 2022).

Em 2015, o Governo Federal solicitou à Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) um estudo acerca das regiões de Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia no bioma Cerrado. A topografia plana e o custo reduzido das terras em comparação com as áreas consolidadas do Centro-Sul incentivaram alguns produtores rurais empreendedores a investir na então emergente fronteira agrícola. A expansão ocorreu sobre terras de cerrado, especialmente em pastagens subutilizadas, sendo viabilizada pela disponibilidade de tecnologias adequadas para os plantios nas condições locais. Os sistemas de produção adotados são intensivos desde o início, visando a alta produtividade. Por meio de um acordo de cooperação técnica com o Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (Incra), o estudo avaliou o perfil produtivo, a infraestrutura, as questões fundiárias as condições socioeconômicas da região. Esse trabalho culminou na delimitação do Matopiba, oficializada por decreto presidencial em 2015, compreendendo 337 municípios distribuídos em 31 microrregiões geográficas, totalizando cerca de 73 milhões de hectares (EMBRAPA, 2023).

A Tabela 2 apresenta quantidade produzida (em milhões de toneladas), o volume exportado (em milhões de quilogramas) e o valor de FOB das exportações de soja em grãos (milhões de dólares) no Brasil de 2011 a 2022.

Tabela 2 – Quantidade produzida (em milhões de toneladas), volume exportado (em milhões de quilograma) e valor de FOB exportado (em milhões de dólares) de soja em grãos no Brasil no intervalo de 2011-2022

Ano	Quantidade produzida (milhões de toneladas)	Volume exportado (milhões de quilograma)	Valor de FOB exportado (milhões de dólares)
2011	74,81	32.963,11	16.307,03
2012	65,84	32.899,80	17.442,00
2013	81,72	42.792,70	22.808,76
2014	86,76	45.688,85	23.273,06
2015	97,46	54.322,60	20.981,82
2016	96,39	51.577,47	19.327,39
2017	114,73	68.147,70	25.712,17
2018	117,91	83.246,81	33.046,70
2019	114,32	74.063,63	26.071,75
2020	121,82	82.968,24	28.560,58
2021	134,80	86.100,40	38.628,92
2022	120,70	78.726,37	46.553,25

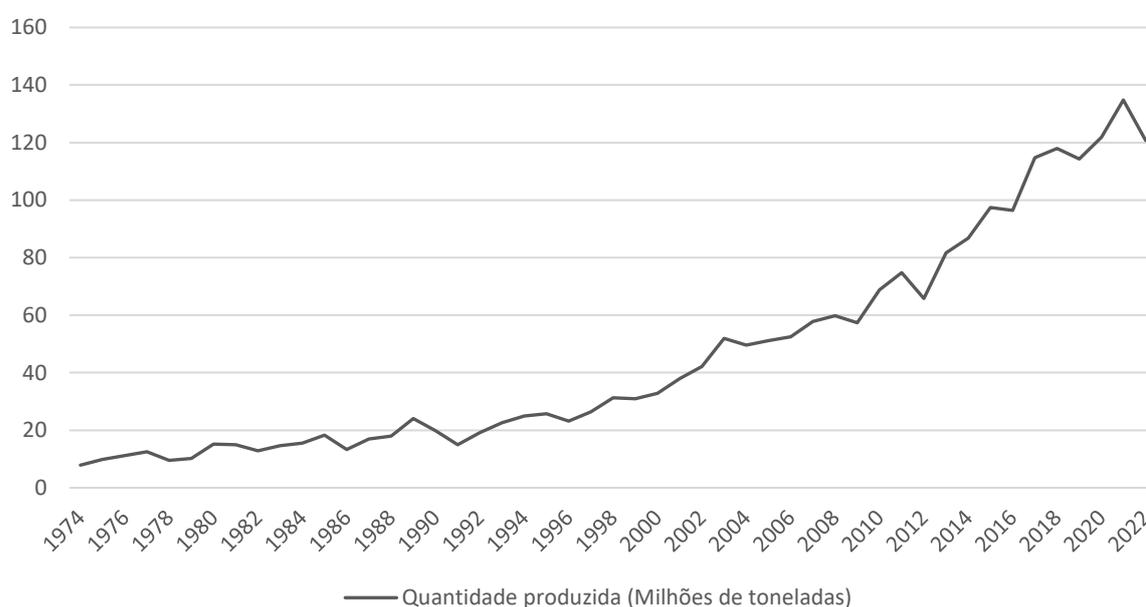
Fonte: Elaboração própria a partir de dados do IBGE (2023) e Comex Stat (2023).

A Tabela 2 fornece uma visão detalhada ao longo de 12 anos, apresentando dados relacionados à produção, exportação e valor de FOB exportado de um produto específico. Em 2011, observou-se uma produção significativa de 74,81 milhões de toneladas, com um volume exportado expressivo de 32.963,11 milhões de toneladas, resultando em um valor de FOB exportado de 16.307 milhões de dólares. Em 2012, embora a quantidade produzida tenha diminuído, tanto o volume exportado quanto o valor de FOB exportado aumentaram. O ano de 2013 destacou-se com aumentos substanciais em todos os parâmetros, indicando uma tendência positiva na produção e exportação. O crescimento continuou em 2014, com aumento na quantidade produzida, volume exportado e valor de FOB exportado. Em 2015, a produção e o volume exportado aumentaram, mas o valor de FOB exportado diminuiu, sugerindo variações nos preços do produto. De 2017 a 2022, houve uma tendência geral de aumento, atingindo um pico notável em 2021. A produção, o volume exportado e o valor de FOB exportado continuaram a crescer, indicando uma possível expansão do mercado. Essa análise destaca as principais tendências, incluindo picos de produção, flutuações no valor de FOB exportado e uma tendência geral de crescimento nos últimos anos (IBGE, 2023; COMEX STAT, 2023).

Esse crescimento pode ser explicado pela interação de diversos elementos que ressaltam a relevância do Brasil no cenário internacional da soja. A demanda global por derivados da soja, como óleo vegetal e ração animal, tem desempenhado um papel fundamental nesse aumento. Ademais, a expansão da área de cultivo de soja no Brasil, combinada com avanços tecnológicos, como o uso de sementes geneticamente modificadas e práticas agrícolas modernas, contribuiu para um aumento significativo na produtividade e, por conseguinte, nas exportações. As condições climáticas favoráveis também foram um fator crucial, permitindo safras robustas e consistentes ao longo do período mencionado. Adicionalmente, políticas governamentais, incluindo incentivos à agricultura e ao comércio exterior, possivelmente influenciaram positivamente o ambiente propício à expansão das exportações de soja (GOMES, 2023).

O Gráfico 2 ilustra os fatos mencionados anteriormente, enfatizando o crescimento da produção de soja em grãos (em milhões de toneladas) no Brasil, abrangendo o período desde 1974 até 2022, conforme registrado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

Gráfico 2 - Evolução da quantidade produzida de soja em grãos (em milhões de toneladas) no Brasil de 1974 a 2022



Fonte: Elaboração própria a partir de dados do IBGE (2023).

A partir do Gráfico 2 é possível observar distintas tendências, picos e quedas na produção anual em milhões de toneladas. Inicialmente, de 1974 a 1980, registrou-se um crescimento consistente, culminando em 1980 como um ano de pico significativo, atingindo 15,16 milhões de toneladas. Posteriormente, entre 1980 e meados da década de 1990, a produção exibiu variações, indicando uma certa estabilização, com quedas notáveis em 1985-

1986 e 1990-1991. Contudo, a virada do final da década de 1990 e o início dos anos 2000 marcaram uma fase de crescimento acentuado, com 2001 sendo o ápice, alcançando 37,91 milhões de toneladas. A partir de 2001, a produção manteve uma trajetória ascendente, marcando picos notáveis em 2017 e 2021, atingindo 114,73 milhões e 134,80 milhões de toneladas, respectivamente (IBGE, 2023; COMEX STAT, 2023).

Em síntese, a análise do Gráfico 2 revelou uma evolução notável na produção ao longo dos anos, destacando períodos de crescimento sustentado, picos expressivos e quedas pontuais. Essa complexidade destacou a influência de múltiplos fatores ao longo do tempo na indústria, fornecendo uma visão abrangente das dinâmicas da produção de toneladas ao longo de décadas. É possível observar que, ao longo dos anos, a soja desempenhou um papel crucial na alimentação, cultura e economia em diversas regiões, e o Brasil se destacou como líder global nesse setor (IBGE, 2023; COMEX STAT, 2023).

Nesse sentido, a região Centro-Oeste, especialmente Mato Grosso e Goiás, emergem como um polo fundamental nesse sucesso, contribuindo de maneira significativa para a posição destacada do Brasil no cenário internacional da soja. A contínua expansão da área de cultivo, aliada a condições climáticas favoráveis, progressos tecnológicos e uma crescente demanda global, consolida o Brasil como um protagonista inquestionável na produção mundial de soja, destacando não apenas a eficiência do setor agrícola brasileiro, mas também sua relevância estratégica na economia global (MEDEIROS; CUNHA; WANDE, 2013). O próximo tópico explorará detalhadamente a história da produção e exportação de soja ao longo do tempo em Mato Grosso e Goiás, considerando a importância crucial do Centro-Oeste para a produção de soja.

3.2 Produção de soja em Mato Grosso e em Goiás

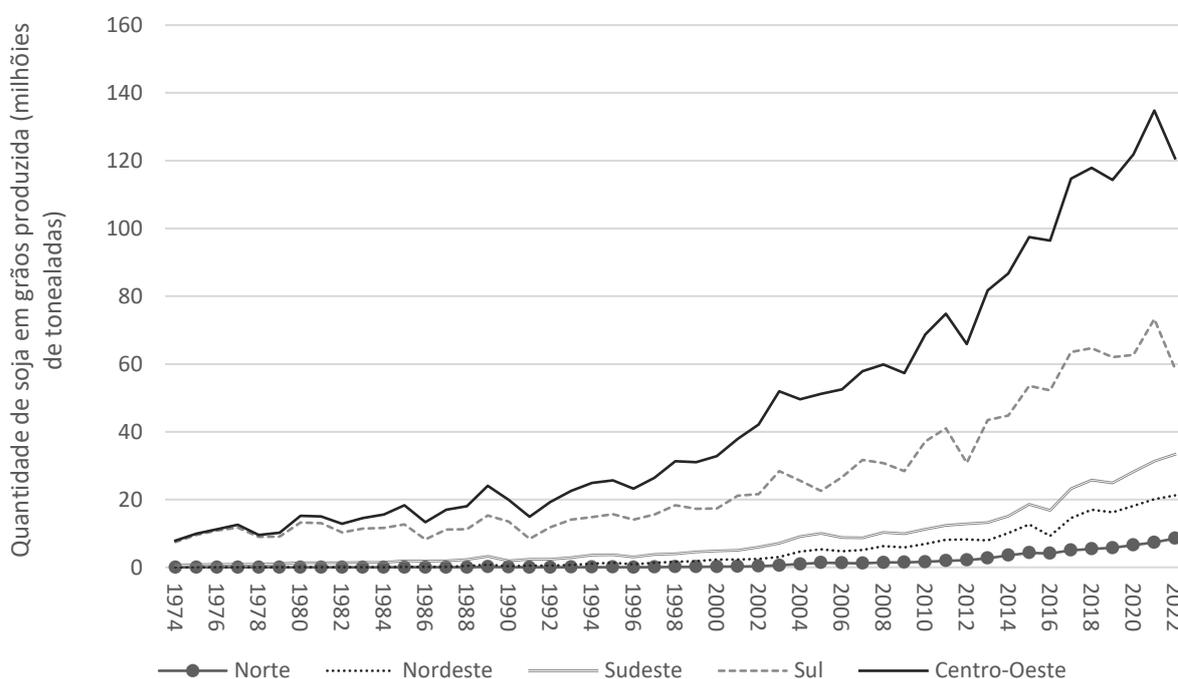
Como já apresentado no tópico anterior, a introdução da soja no Centro-Oeste do Brasil na década de 1960 representou uma transformação significativa no cenário agrícola brasileiro, deslocando o centro da produção agrícola das regiões Sul e Sudeste para essa área em ascensão. A adoção da tecnologia de plantio direto, que permitiu a agricultura sem a necessidade de arar o solo, foi um elemento essencial para a adaptação bem-sucedida da soja ao cerrado do Centro-Oeste, preservando a umidade do solo e minimizando a erosão. O avanço no melhoramento genético também desempenhou um papel crucial na criação de variedades de soja adaptadas às condições climáticas e de solo locais. Essa mudança não apenas consolidou a região como um importante polo agrícola, mas também impulsionou a economia nacional, com a soja emergindo

como uma das principais *commodities* de exportação do Brasil (CASTRO; ALMEIDA; LIMA, 2015).

A região Centro-Oeste do Brasil desempenha um papel de grande relevância na produção nacional de soja, sendo o Mato Grosso o maior estado produtor do país. Caracterizada por um clima tropical favorável e solos propícios, a região experimentou uma expansão expressiva na área plantada, impulsionada pela crescente demanda global por soja. Essa atividade econômica não apenas gera empregos diretos e indiretos, abrangendo agricultores e profissionais de setores relacionados, mas também impulsiona o desenvolvimento tecnológico, com a adoção de práticas agrícolas avançadas (HIRAKURI; LAZZAROTTO, 2014).

O Gráfico 3 faz uma comparação entre a quantidade produzida de soja em grãos em todas as regiões do Brasil desde 1974 até 2022, a fim de mostrar que o Centro-Oeste vem se destacando ao longo do tempo.

Gráfico 3 – Evolução da quantidade produzida de soja em grãos (em milhões de toneladas) de todas as regiões do Brasil para o período 1974-2022



Fonte: Elaboração própria a partir de dados do IBGE (2023).

A análise abrangente do Gráfico 3 revela uma trajetória marcada por distintas fases na produção de soja no Brasil ao longo das décadas. Inicialmente, de 1974 a meados da década de 1980, observou-se um crescimento consistente em todas as regiões, apesar de dados incompletos para a região Norte no primeiro ano. A virada do século marcou uma nova fase de

crescimento sustentado, com anos notáveis em 2001 e 2003, evidenciando um aumento expressivo na produção nacional, conforme já comentado. As regiões Sul e Sudeste despontaram como contribuintes significativos para esse crescimento. A consolidação desse padrão de crescimento se estendeu até meados da década de 2010, com picos marcantes em 2011 e 2015. Nesse período, o Centro-Oeste assume um papel proeminente como a principal região produtora de soja. O período mais recente, de 2016 a 2022, destacou-se pela continuidade do crescimento, com o Centro-Oeste emergindo como a força motriz da produção nacional. Os anos de 2017, 2020 e 2021 são particularmente notáveis, indicando uma produção robusta e constante (IBGE, 2023).

Ao contrastar o Centro-Oeste com outras regiões, torna-se evidente, através da análise minuciosa do Gráfico 3, que essa região desempenha um papel proeminente na produção de soja em grãos no Brasil em comparação com as outras regiões. Ao longo do tempo, verifica-se um aumento constante na produção de soja no Centro-Oeste, consolidando tal posição de destaque (IBGE, 2023).

Na região Centro-Oeste, os estados de Mato Grosso e Goiás se destacam na produção de soja devido a combinação dos seguintes fatores: i) condições climáticas favoráveis, com um clima tropical e estações bem definidas, o que proporciona uma janela adequada para o cultivo; ii) a fertilidade do solo nestes estados foi propícia para o crescimento da soja; iii) adoção de tecnologias agrícolas modernas, incluindo sementes geneticamente modificadas e práticas avançadas de manejo, o que contribuiu para aumentar a produtividade; iv) Investimentos em infraestrutura, como estradas e ferrovias, que facilitaram o transporte da produção até os portos de exportação; v) expansão significativa da área agrícola, especialmente em Mato Grosso, que aliada a uma economia fortemente ligada ao setor agrícola, consolidou esses estados como líderes na produção de soja (TEIXEIRA; HESPANHOL, 2006).

3.2.1 A soja no estado de Mato - Grosso

No estado de Mato Grosso, a introdução da soja remonta às décadas de 1960 e 1970, quando a região, especialmente o Cerrado, foi alvo de políticas de ocupação e desenvolvimento agrícola, como já comentado anteriormente. Sob a influência de incentivos governamentais, como a Operação Amazônia Legal, e o estímulo à agricultura, grandes extensões de terras foram desbravadas para a produção agrícola. A adaptação da soja ao solo e clima específicos do Mato Grosso, aliada ao desenvolvimento de variedades mais produtivas, impulsionou sua expansão. Ademais, investimentos em infraestrutura facilitaram o escoamento da produção contribuindo

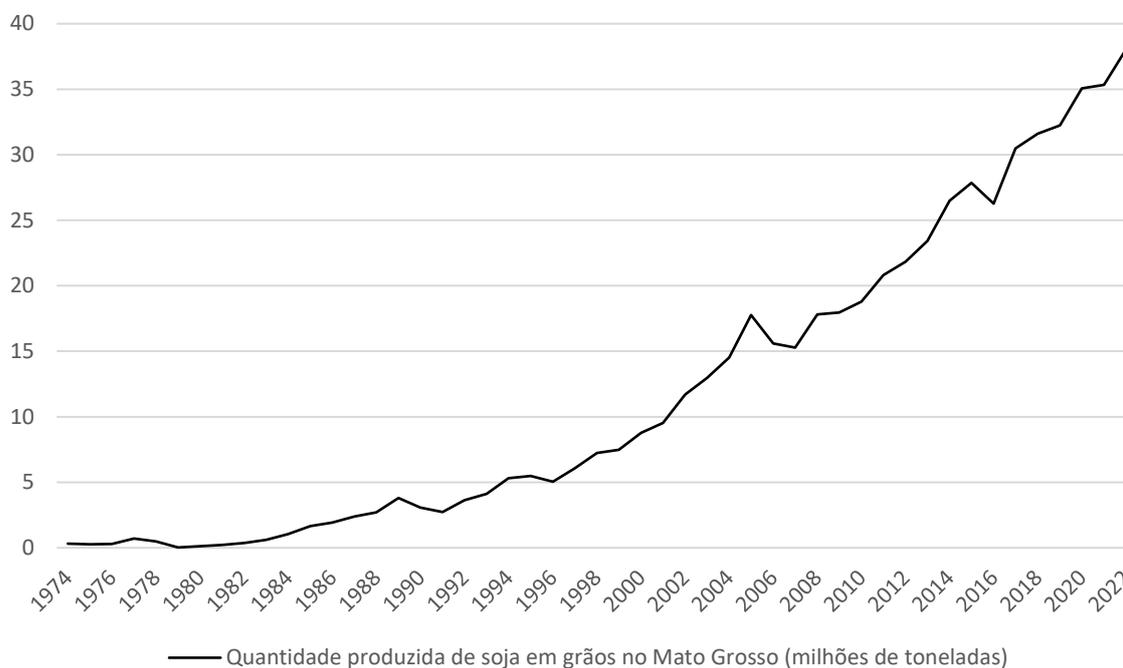
para o sucesso da cultura. A rápida expansão da fronteira agrícola, com a conversão de áreas naturais em terras agricultáveis, solidificou o Mato Grosso como um dos principais produtores de soja do Brasil (FERNANDEZ, 2008).

Outros elementos impulsionadores na cultura da soja nos planaltos, incluindo o Planalto dos Parecis, região do oeste do estado do Mato Grosso, foram as condições propícias relacionadas à temperatura, distribuição pluviométrica e luminosidade. A topografia e extensão das áreas desempenharam um papel fundamental, pois trata-se das maiores extensões planas contínuas no Brasil. Tanto a escala quanto o tamanho dessas regiões possibilita variações na escala de produção e nos níveis de eficiência, viabilizando a aplicação das mais avançadas técnicas agrícolas. Isso inclui a implementação e utilização intensiva de maquinaria, equipamentos, implementos e insumos agrícolas específicos, adaptados às condições locais de manejo, clima e solo, assim como um planejamento empresarial direcionado para a maximização dos ganhos financeiros. Observou-se um aumento significativo tanto no volume de produção quanto nos negócios, com a entrada de grandes grupos exportadores e empresas de esmagamento e processamento, constituindo o cerne da estrutura formada pelo complexo agroindustrial (SCHWENK, 2013).

Uma reorganização na divisão territorial do trabalho do estado aqui em questão foi implementada por meio da introdução de mão de obra especializada vinda de outras regiões do país, enquanto a força de trabalho local, de natureza mais tradicional, foi não apenas substituída, mas também deslocada. Esse processo consolidou as culturas destinadas à exportação e seus produtos, demandando elevada tecnificação, conhecimento e capital, em substituição aos métodos tradicionais de produção locais. Diversas empresas, tanto nacionais quanto multinacionais, desempenham um papel significativo nesse cenário (MARTA; FIGUEIREDO, 2008).

O Gráfico 4 apresenta a evolução da quantidade de soja em grãos produzida (em milhões de toneladas) no estado do Mato Grosso de 1974 a 2022.

Gráfico 4 - Evolução da quantidade produzida de soja em grãos (em milhões de toneladas) no Mato Grosso de 1974 a 2022



Fonte: Elaboração própria a partir de dados do IBGE (2023).

Ao longo das décadas, a produção de soja em grãos no Mato Grosso experimentou uma notável evolução, marcada por diferentes fases e tendências, como pode ser observado por meio do Gráfico 4. Nos primeiros anos, de 1974 a 1979, a produção teve um início modesto, com flutuações moderadas, atingindo seu ponto mais baixo em 1979 com 0,027 milhões de toneladas. Já a década de 1980 foi caracterizada por um crescimento exponencial, culminando em picos expressivos em 1984, quando a produção alcançou 1,05 milhões de toneladas, e em 1989, atingindo 3,79 milhões de toneladas. Durante os anos 1990, a produção manteve-se relativamente estável, com um novo pico registrado em 1999, totalizando 7,47 milhões de toneladas. A partir dos anos 2000 a tendência foi de crescimento exponencial na maior parte dos anos, com raros períodos de redução da produção motivados por questões climáticas.

Em complemento a Tabela 3 apresenta os principais municípios produtores de soja em grãos do estado do Mato Grosso no ano de 2022.

Tabela 3 - Principais municípios produtores de soja em grãos do estado do Mato Grosso em 2022

Município	Quantidade produzida (milhões de toneladas)
Sorriso (MT)	2,11
Campo Novo do Parecis (MT)	1,39
Nova Ubiratã (MT)	1,35
Diamantino (MT)	1,28
Nova Mutum (MT)	1,27
Sapezal (MT)	1,27
Querência (MT)	1,26
Primavera do Leste (MT)	1,04
Canarana (MT)	1,01
Brasnorte (MT)	0,96

Fonte: Elaboração própria a partir de dados do IBGE (2023).

A produção de soja no estado de Mato Grosso em 2022 revela um cenário marcado pelo desempenho notável de diversos municípios, conforme apresentado na Tabela 3. Porém, é perceptível a liderança do município de Sorriso em comparação aos demais, considerando a localização dos municípios acima apresentados, tem-se uma maior produção localizada ao norte do estado. Embora não estejam incluídos nesta tabela de produção de 2022, é importante ressaltar que Sinop e Lucas do Rio Verde foram municípios relevantes para a produção de soja no Mato Grosso em anos anteriores.

Já a Tabela 4 fornece dados sobre o número de estabelecimentos e a distribuição da área colhida em hectares para a produção de soja em grãos no estado do Mato Grosso, de acordo com o último Censo Agropecuário realizado em 2017 pelo IBGE.

Tabela 4 - Número de estabelecimentos e distribuição da área colhida (em hectares) para a produção de soja em grãos no estado do Mato Grosso em 2017

Classe de área (ha)	2017	%
Menos 10	7	0,10%
10 a 100	1.227	17,30%
100 a 1.000	2.651	37,40%
Mais de 1.000	3.212	45,30%
Total	7.097	100%

Fonte: Elaboração própria a partir de dados do IBGE (2023).

Conforme Tabela 4, tem-se que mais de 70% dos estabelecimentos possuem área colhida maior do que 100 hectares, o que é indicador da predominância de grandes propriedades dedicadas ao cultivo de soja.

No que tange às exportações, a Tabela 5 expõe o volume exportado (em milhões de quilogramas) e o valor FOB exportado (em milhões de dólares) de soja em grãos no Mato Grosso no intervalo de 1997 a 2022.

Tabela 5 – Volume exportado (milhões de quilogramas) e valor de FOB das exportações (em milhões de dólares) de soja em grãos no Mato Grosso no intervalo de 1997-2022

Ano	Volume exportado (milhões de quilogramas)	Valor de FOB exportado (milhões de dólares)
1997	1.474,07	430,13
1998	1.365,45	315,42
1999	1.733,33	305,04
2000	2.890,67	552,47
2001	4.492,15	803,41
2002	5.238,23	980,19
2003	4.848,48	1.033,66
2004	5.041,44	1.367,93
2005	9.059,26	2.129,94
2006	9.920,60	2.263,29
2007	6.854,06	1.898,00
2008	8.661,07	3.749,86
2009	10.647,88	4.227,48
2010	8.672,36	3.296,70
2011	9.665,52	4.769,17
2012	10.756,33	5.623,83
2013	12.295,50	6.555,89
2014	14.211,03	7.214,86
2015	14.514,83	5.636,69
2016	15.222,27	5.605,50
2017	18.017,46	6.807,74
2018	19.954,04	7.879,64
2019	20.228,38	7.055,27
2020	22.326,24	7.634,20
2021	23.765,67	10.439,36
2022	24.764,75	14.418,39

Fonte: Elaboração própria a partir de dados do AGROSTAT (2023).

Ao longo dos anos analisados na Tabela 5, a exportação de soja em grãos do Mato Grosso apresentou uma evolução dinâmica e notável, refletindo a influência de diversos fatores econômicos e mercadológicos. Ao longo das décadas de 1990 e 2000, a exportação de soja apresentou flutuações significativas, com notáveis aumentos e quedas nos volumes exportados e nos valores de FOB. Destaca-se o crescimento expressivo no início do novo milênio, atingindo um pico em 2003. Após algumas flutuações, houve uma recuperação em 2008, seguida por um aumento notável em 2009. Na década de 2010, observaram-se flutuações moderadas, com uma retomada expressiva em 2011 e um pico notável em 2014. O período de 2016 a 2022 exibiu

variações anuais, destacando-se o ano de 2022 com um aumento notável tanto no volume exportado (24.764,75 milhões de quilogramas) quanto no valor de exportações FOB (14.418,39 milhões de dólares).

Logo, pode-se observar que a exportação de soja do Mato Grosso evidenciou uma evolução constante, destacando-se como um importante protagonista no mercado global de *commodities* agrícolas. As flutuações observadas refletem a dinâmica inerente ao comércio internacional de soja, influenciado por fatores econômicos, climáticos e demanda global (AGROSTAT, 2023).

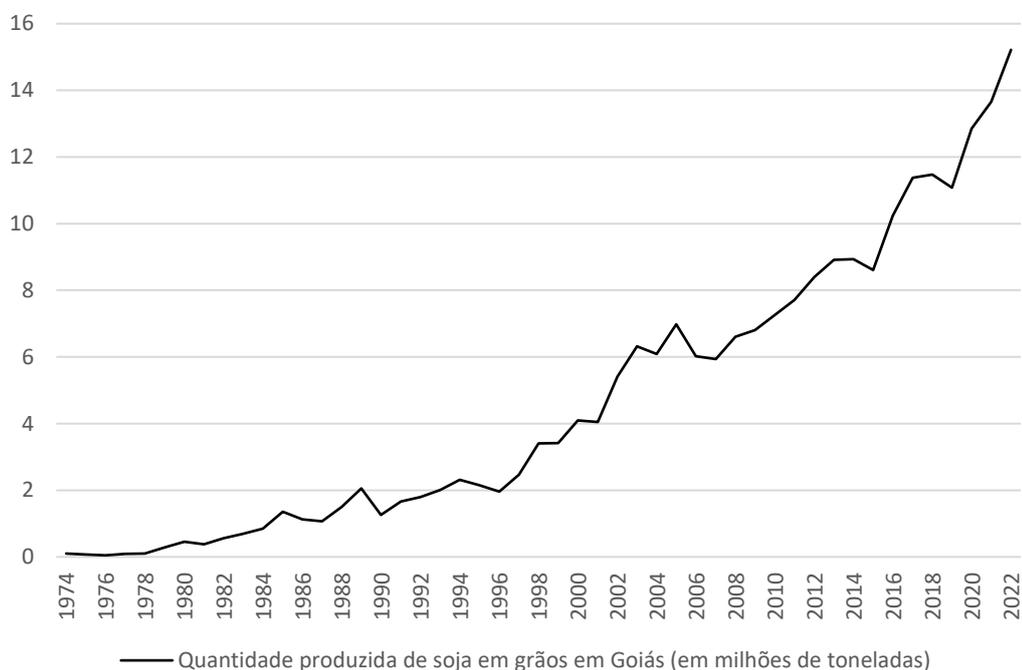
Em resumo, o Mato Grosso, desde as décadas de 1960 e 1970, vem se destacando como uma peça fundamental na expansão da cultura da soja no Brasil. Impulsionado por políticas de ocupação e desenvolvimento agrícola, como a Operação Amazônia Legal, o estado desbravou extensas áreas para a produção agrícola. A rápida expansão da fronteira agrícola no Mato Grosso não apenas consolidou o estado como um dos principais produtores de soja no país, mas também contribuiu de maneira expressiva para a economia agrícola brasileira. A introdução de mão de obra especializada e o deslocamento da força de trabalho local evidenciaram a importância do Mato Grosso na consolidação das culturas voltadas para exportação. Adicionalmente, os dados referentes à produção e exportação de 2022 destacam a significativa influência do Mato Grosso no cenário agrícola do Brasil.

3.2.2 A soja no estado de Goiás

A chegada da soja em Goiás marcou um ponto crucial na história agrícola do estado, tendo começado em meados do século XX. Esse evento foi fundamental para transformar a paisagem econômica e social, destacando Goiás como um importante produtor de soja no cenário nacional. A adaptação bem-sucedida da soja ao clima tropical, aliada a práticas agrícolas modernas e ao uso de tecnologias avançadas, impulsionou a produtividade e o crescimento econômico. A soja não apenas se tornou uma fonte crucial de renda para os agricultores locais, mas também catalisou o crescimento do setor agroindustrial, contribuindo significativamente para a economia do estado (SOUZA, 2020).

O Gráfico 5 ilustra a trajetória da produção de soja em grãos em Goiás desde 1974 até 2022.

Gráfico 5 - Evolução da quantidade produzida de soja em grãos (em milhões de toneladas), em Goiás de 1974 a 2022



Fonte: Elaboração própria a partir de dados do IBGE (2023).

Conforme exposto no Gráfico 5, a produção de soja em grãos em Goiás demonstrou um crescimento notável ao longo das décadas, com picos em diferentes períodos. A década de 1980 foi marcada por um sólido crescimento, enquanto os anos 1990 apresentaram flutuações até atingir o ápice em 1998. Já o período de 2000 a 2009 foi caracterizado por um crescimento consistente, seguido por uma pequena queda em 2009. De 2010 a 2019, houve um crescimento sustentado, ultrapassando 10 milhões de toneladas a partir de 2016. O ápice foi alcançado em 2020, consolidando Goiás como o segundo maior produtor nacional de soja em grãos. De 2020 a 2022, a produção continuou a crescer. Esse desempenho solidificou Goiás como um player significativo na produção agrícola nacional, representando cerca de 12,61% da produção nacional de soja em grãos em 2022, atrás apenas do Mato Grosso.

A Tabela 6 destaca os municípios de maior destaque na produção de soja em grãos no estado de Goiás no ano de 2022.

Tabela 6 - Principais municípios produtores de soja em grãos do estado de Goiás, em 2022

Município	Quantidade produzida (milhões de toneladas)
Rio Verde (GO)	1,63
Jataí (GO)	1,17
Cristalina (GO)	1,00
Paraúna (GO)	0,59
Montividiu (GO)	0,55
Catalão (GO)	0,47
Ipameri (GO)	0,40
Mineiros (GO)	0,38
Chapadão do Céu (GO)	0,34
Silvânia (GO)	0,31

Fonte: Elaboração própria a partir de dados do IBGE (2023).

No ano de 2022, a produção de soja no estado de Goiás apresentou um panorama em que diversos municípios se destacam, conforme evidenciado na Tabela 6. No entanto, é notável a liderança do município de Rio Verde em relação aos demais. Ao observar a localização geográfica desses municípios, percebe-se que a maior produção está concentrada na parte sul do estado.

Já a Tabela 7 apresenta informações referentes ao número de estabelecimentos e à distribuição da área colhida em hectares para a produção de soja em grãos no estado de Goiás, conforme registrado no mais recente Censo Agropecuário conduzido em 2017 pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

Tabela 7 - Número de estabelecimentos e distribuição da área colhida (em hectares) para a produção de soja em grãos no estado de Goiás, em 2017

Classe de área (ha)	2017	%
Menos 10	73	0,93%
10 a 100	2.262	28,94%
100 a 1.000	4.077	52,16%
Mais de 1.000	1.405	17,97%
Total	7.817	100%

Fonte: Elaboração própria a partir de dados do IBGE (2023).

A análise da Tabela 7 mostra que mais de 70% dos estabelecimentos possuem uma área colhida que ultrapassa os 100 hectares, sinalizando a predominância de propriedades agrícolas de grande porte voltadas para o cultivo de soja. Vale notar que essa proporção de propriedades é só um pouco menor do que em Mato Grosso.

Quanto às exportações, a Tabela 8 exibe tanto o volume exportado (em milhões de quilogramas) quanto o valor FOB exportado (em milhões de dólares) de soja em grãos no estado de Goiás ao longo do período de 1997 a 2022.

Tabela 8 - Volume exportado (milhões de quilogramas) e valor de FOB das exportações (em milhões de dólares) de soja em grãos em Goiás no intervalo de 1997-2022

Ano	Volume exportado (milhões de quilogramas)	Valor de FOB exportado (milhões de dólares)
1997	398,85	120,02
1998	417,72	99,46
1999	417,31	75,97
2000	925,85	177,40
2001	794,24	142,18
2002	916,12	175,97
2003	2.166,34	470,39
2004	1.843,56	511,80
2005	3.046,58	733,61
2006	2.800,22	633,24
2007	2.190,80	628,05
2008	2.311,90	1.096,26
2009	2.308,43	944,39
2010	2.203,87	829,65
2011	2.337,63	1.192,00
2012	2.917,15	1.538,61
2013	3.173,84	1.689,06
2014	3.323,39	1.693,96
2015	3.225,23	1.230,27
2016	3.549,42	1.299,27
2017	4.805,41	1.829,06
2018	6.205,89	2.481,00
2019	4.696,29	1.654,55
2020	7.318,34	2.503,70
2021	7.413,92	3.192,73
2022	10.026,88	5.944,42

Fonte: Elaboração própria a partir de dados do AGROSTAT (2023).

Conforme ilustrado pela Tabela 8, o volume e o valor de FOB variaram, com picos notáveis em 2000, 2003, 2017, 2018, e 2022. A década seguinte testemunhou um crescimento consistente, enquanto o ano de 2020 se destacou com um pico expressivo. Em 2022, as exportações de soja em grãos de Goiás representaram aproximadamente 12,74% do total nacional. O cenário reflete a dinâmica do mercado de soja e a contribuição significativa dessa região para as exportações do país no setor.

Em síntese, a ascensão da produção de soja em Goiás desempenhou um papel transformador na história agrícola do estado, consolidando sua posição como um importante

produtor nacional desse grão. Os números evidenciados ao longo das décadas, refletem a trajetória notável de crescimento que levou Goiás a se tornar o segundo maior produtor de soja em grãos no país, representando aproximadamente 12,61% da produção nacional. Especificamente, municípios como Rio Verde, Jataí e Cristalina emergem como polos essenciais nesse cenário, liderando a produção e destacando a importância econômica dessas localidades.

4 METODOLOGIA E DADOS UTILIZADOS

O presente capítulo tem como objetivo principal apresentar os dados e a metodologia empregados na estimação da análise da razão ótima e da efetividade do hedge. Para atingir esse propósito, a seção 4.1 se dedica a detalhar os testes e critérios estatísticos de defasagem adotados, além de explorar os modelos empíricos que serão estimados por Mínimos Quadrados Ordinários (MQO). Na seção seguinte serão apresentados e discutidos os conjuntos de dados que fundamentam a investigação, delineando a base sobre a qual as estimativas e análises serão conduzidas.

4.1 Metodologia utilizada

Esta seção aborda de maneira abrangente a análise de séries temporais, explorando métodos e técnicas cruciais para compreender e modelar os dados que serão apresentados na sequência. Inicia-se com a identificação de tendências e a avaliação da estacionariedade das séries temporais, abordando testes como o teste de Dickey-Fuller Aumentado (ADF) e o Teste Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin (KPSS). Em seguida, serão apresentados critérios de seleção de defasagem antes de discutir o teste de cointegração de Johansen, fundamental para verificar a existência de vetores de cointegração. A seção também abrange a estruturação de modelos empíricos a serem estimados por meio da técnica de Mínimos Quadrados Ordinários (MQO) para determinar a razão ótima de hedge (ROH) e avaliar a efetividade do hedge.

4.1.1 Testes de raiz unitária

O primeiro passo da análise de séries temporais envolve examinar o comportamento da série ao longo do tempo. Com os testes de raiz unitária busca-se identificar se o processo gerador dos dados possui uma raiz unitária com uma constante ou se o processo é estacionário em torno de uma tendência, em outras palavras, visa-se observar se uma série de valores carrega eventuais choques sofridos (MORETTIN, 2011).

De acordo com Gujarati e Porter (2011), se uma série temporal for estacionária, suas características, incluindo média, variância e autocovariâncias em diversas defasagens, permanecerão constantes, independentemente do ponto de medição. Em contraste, uma série temporal não estacionária é aquela em que a média e/ou variância variam ao longo do tempo. Portanto, verificar a estacionariedade das séries de preços é de extrema importância para assegurar a confiabilidade dos resultados obtidos por meio de regressões lineares.

Para avaliar a estacionariedade das séries, tem-se o Teste de Raiz Unitária de Dickey-Fuller Aumentado (ADF). Adicionalmente, o Teste Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin (KPSS) pode ser aplicado como um teste confirmatório. Se for constatada a não estacionariedade das séries em nível, torna-se necessário realizar diferenciações das séries, representadas por d , que significa o número de diferenciações para torná-las estacionárias. A série resultante desse processo é denominada integrada de ordem d , ou $I(d)$. Em geral, séries temporais econômicas frequentemente se tornam estacionárias ao serem diferenciadas uma vez, momento em que são classificadas como integradas de ordem 1 ou $I(1)$. O primeiro passo para conduzir o teste ADF envolve a estimativa da equação apresentada na equação (1) (HOFFMANN, 2006).

$$\Delta Y_t = \beta_1 + \beta_\Delta t + \delta Y_{t-1} + \sum_{i=1}^m \alpha_i \Delta Y_{t-1} + \varepsilon_t, t = 1, 2, \dots, T \quad (1)$$

Em que ΔY_t é a diferença entre os valores consecutivos da série temporal Y_t ; β_1 , o intercepto da regressão; $\beta_\Delta t$, a tendência temporal da série; δY_{t-1} , o atraso do período (lag) da série temporal Y_{t-1} ; $\sum_{i=1}^m \alpha_i$, a soma dos termos que representam as diferenças defasadas (lags) da série temporal, onde m é o número total de lags incluídos no modelo, e ε_t , o termo de erro.

Nesta formulação, o teste avalia a hipótese nula ($H_0: \delta=0$), indicando a presença de uma raiz unitária, a não estacionariedade da série temporal ou a existência de uma tendência estocástica. Na hipótese alternativa ($H_1: \delta < 0$), a série temporal é considerada estacionária. Dickey e Fuller (1981) demonstraram que, sob a hipótese nula de $\delta=0$, o valor estimado t do coeficiente de Y_{t-1} segue a estatística τ (tau). Nesse contexto, se o valor da estatística tau (τ) for menor que o valor crítico do teste, a hipótese de $\delta=0$ é rejeitada. Caso contrário, se o calculado τ não ultrapassar o valor crítico de tau, a hipótese nula não é rejeitada, indicando a não estacionariedade da série temporal (MORETTIN, 2011).

O teste KPSS, proposto por Denis Kwiatkowski, Peter C. B. Phillips, Peter Schmidt e Yongcheol Shin, difere do teste ADF, uma vez que, neste caso, a hipótese nula a ser testada é a ausência de raiz unitária (KWIATKOWSK et al., 1992). Para conduzir esse teste, é considerado X_t , com $t = 1, 2, \dots, N$ observações de uma série temporal cuja estacionariedade está sendo testada. Supondo que seja possível decompor a série em componentes de tendência, passeio aleatório e erro.

$$X_t = \xi t + r_t + \varepsilon_t \quad (2)$$

Em que $r_t = r_{t-1} + \mu_t$ é o passeio aleatório e μ_t é independente e identicamente distribuída, com média zero e variância σ_μ^2 .

Agora, considerando e_t , com $t = 1, 2, \dots, N$, os resíduos de uma regressão na qual y é explicado pelos componentes de tendência, passeio aleatório e intercepto. Denomina-se σ_ε^2 um estimador para a variância dos erros nesta regressão, ou seja, $\sigma_\varepsilon^2 = \frac{SQE}{N}$. A soma parcial dos resíduos é definida por (3), seguindo Morettin (2011):

$$S_t = \sum_{i=1}^t \varepsilon_i, t = 1, 2, \dots, T \quad (3)$$

Então, estatística do teste é definida em (4):

$$LM = \sum_{t=1}^n \frac{S_t^2}{N^2 \sigma_\varepsilon^2}, t = 1, 2, \dots, T \quad (4)$$

Dessa forma, é viável mostrar que a estatística LM converge assintoticamente para um Movimento Browniano³, cujos valores críticos são tabulados (KWIATKOWSKI et al., 1992).

4.1.2 Critérios de seleção de defasagem

Outro procedimento importante na sequência da estimação é a definição do número de defasagens a serem incluídas no modelo, que deve ser informada, por exemplo, na realização do teste de cointegração, tal número é definido com base no menor resultado obtido pelos critérios de informação (MORETTIN, 2011). São considerados quatro critérios de informação: Akaike (AIC), Hannan Quinn (HQ), Schwarz (SC) e Erro de Previsão Final (FPE), conforme as equações de (5) a (8).

$$AIC(n) = \ln \det(\Sigma_u(n)) + \frac{2}{T} nK^2 \quad (5)$$

³ O movimento Browniano é um modelo matemático que descreve o comportamento aleatório de partículas em um fluido. As partículas exibem trajetórias contínuas e aleatórias devido às colisões com moléculas do fluido, com incrementos independentes entre si. Esse movimento é caracterizado pela difusão, onde as partículas se dispersam ao longo do tempo, e é frequentemente modelado por equações diferenciais estocásticas (SALES, 2015).

$$HQ(n) = \ln \det(\Sigma_u(n)) + \frac{2 \ln(\ln \ln(T))}{T} nK^2 \quad (6)$$

$$SC(n) = \ln \det(\Sigma_u(n)) + \frac{\ln(t)}{T} nK^2 \quad (7)$$

$$FPE(n) = ft \left(\frac{T + n^*}{T - n^*} \right)^K \det(\Sigma_u(n)) \quad (8)$$

O AIC é um critério que avalia modelos penalizando a complexidade. O termo $\ln \det(\Sigma_u(n))$ representa o logaritmo do determinante da matriz de covariância dos resíduos, e $\frac{2}{T} nK^2$ é uma penalidade baseada no número de parâmetros (K). O HQ é semelhante ao AIC, mas com uma penalidade mais forte para modelos mais complexos. O termo $\ln \det(\Sigma_u(n))$ permanece, enquanto $\frac{2 \ln(\ln \ln(T))}{T} nK^2$ é uma penalidade adicional ajustada com base no tamanho da amostra (T). Já o critério de Schwarz também penaliza a complexidade, com $\ln \det(\Sigma_u(n))$ representando o logaritmo do determinante da matriz de covariância dos resíduos, e $\frac{\ln(t)}{T} nK^2$ sendo uma penalidade adicional, em que (t) é o número de observações. Por fim, o FPE usa o erro de previsão final para a seleção de modelos. A expressão $ft \left(\frac{T + n^*}{T - n^*} \right)^K \det(\Sigma_u(n))$ envolve uma função (f) e o determinante da matriz de covariância dos resíduos (GUJARATI E PORTER, 2011).

Em resumo, todos esses critérios de seleção de modelos buscam encontrar um equilíbrio entre a capacidade de ajuste do modelo aos dados e a complexidade do modelo. A escolha entre eles muitas vezes depende do contexto específico e dos objetivos da modelagem.

4.1.3 Teste de cointegração de Johansen

A verificação da presença de cointegração é mais uma etapa relevante para o presente trabalho. Segundo Matsenbach (2021), do ponto de vista econômico, duas variáveis são consideradas cointegradas quando apresentam uma relação de equilíbrio de longo prazo ou uma combinação linear.

Para conduzir esse processo, utiliza-se o teste de Johansen, que é uma metodologia que permite verificar a existência de múltiplos vetores de cointegração em apenas um passo, além de possibilitar a realização de testes em versões restritas dos vetores de cointegração. Johansen (1995) elaborou uma abordagem de cointegração fundamentada no posto (r) da matriz Π , expresso na equação (9).

$$\Delta X_1 = \delta + \Gamma_1 \Delta X_{t-1} + \dots + \Gamma_{p-1} \Delta X_{t-p-1} + \Pi Y_{t-1} + \varepsilon_{x,t} \quad (9)$$

A determinação do número de vetores de cointegração exige conhecimento sobre o posto (r) da matriz Π . Com o objetivo de identificar o número de relações de cointegração nas séries $\beta_{x,t}$, utiliza-se o teste traço e o teste do máximo autovalor (JOHANSEN, 1995).

De acordo com Enders (1995), o teste do traço procura avaliar a hipótese nula de que o número de vetores de cointegração distintos seja menor ou igual a r (H_0 : vetores de cointegração $\leq r$), em contraste com a hipótese alternativa de que esse número seja maior que r (H_1 : vetores de cointegração $> r$), conforme formulado na equação (10).

$$\lambda_{trace} = -T \sum_{i=r+1}^n \ln(1 - \lambda_i) \quad (10)$$

Já o teste do máximo autovalor avalia a hipótese nula de que o número de vetores é igual a r (H_0 : vetores de cointegração = r), em contraste com a hipótese alternativa de que esse número seja maior que $r + 1$ vetores de cointegração (H_1 : vetores de cointegração = $r + 1$), exposto na equação (11).

$$\lambda_{max}(r, r + 1) = -T \ln(1 - \lambda_{r+1}) \quad (11)$$

A execução dessas duas fases é essencial para estabelecer a estrutura dos modelos analíticos.

4.1.4 Modelos

A determinação da razão ótima de hedge (ROH) e a avaliação da efetividade do hedge foram realizadas por meio da aplicação de cinco modelos empíricos, seguindo a metodologia proposta por Guerra et al. (2013). A técnica empregada para realizar essas estimativas foi a de Mínimos Quadrados Ordinários (MQO). Esses modelos são baseados nos estudos seminais de Ederington (1979) e Myers e Thompson (1989) e têm como objetivo principal reduzir a variância da carteira protegida, estes são amplamente utilizados na literatura, como exposto na seção 2.3 do presente estudo.

Modelo 1

O modelo 1, chamado de convencional, realiza uma regressão linear simples, onde o preço à vista no tempo "t" é a variável dependente, e o preço futuro no mesmo período é a variável independente (CHEIN, 2019). A ROH é determinada pela inclinação da reta resultante da estimativa da equação 12.

$$S_t = \beta_0 + \beta_1 F_t + \varepsilon_t \quad (12)$$

Em que S_t representa o preço no mercado físico no tempo "t"; β_0 , o intercepto; F_t , o preço no mercado futuro no tempo "t"; β_1 , a razão ótima de hedge (ROH) e ε_t , o termo de erro.

De acordo com Carvalho et al. (2007), ao empregar os preços em nível na regressão por Mínimos Quadrados Ordinários (MQO) e caso esses preços não sejam estacionários e não cointegrados, a estimação da ROH pode ser considerada espúria. Nessa situação, a análise dos resultados fica comprometida e se torna inválida devido a problemas relacionados à autocorrelação serial e à heterocedasticidade.

Modelo 2

Para lidar com a questão da regressão espúria, que surge por conta dos problemas que podem surgir no modelo 1, adota-se uma técnica descrita como a regressão linear da variação nos preços à vista em relação às variações nos preços futuros, conforme mencionado por Tonin, Tonin e Tonin (2008) e definido como Modelo 2. Na equação (13), ΔS_t representa o retorno do preço no mercado físico no tempo t; β_0 , o intercepto; ΔF_t , o retorno do preço no mercado futuro no tempo t; β_1 , a ROH; e ε_t , o termo de erro.

$$\Delta S_t = \beta_0 + \beta_1 \Delta F_t + \varepsilon_t \quad (13)$$

Em que ΔS_t representa o retorno do preço no mercado físico no tempo "t"; β_0 , o intercepto; ΔF_t , o retorno do preço no mercado futuro no tempo "t"; β_1 , a razão ótima de hedge (ROH) e ε_t , o termo de erro.

Modelo 3

O terceiro modelo adota a estrutura proposta por Myers e Thompson (1989), os quais argumentaram que a utilização do Modelo 2 para estimar a Razão Ótima de Hedge (ROH) não é apropriada. Isso se deve ao fato de o Modelo 2 empregar momentos de amostras não condicionais, o que significa que ele utiliza informações históricas sem levar em consideração

os dados disponíveis no momento. Como solução, os autores acima citados propõem a inclusão de parâmetros de preços defasados na equação, originando assim o Modelo 3, conforme equação (14). Essa abordagem, ao incorporar a mudança nos preços à vista defasados, visa corrigir o viés associado ao Modelo 2 e melhorar a precisão na estimação da ROH.

$$\Delta S_t = \beta_0 + \beta_1 \Delta F_t + \sum_{i=2}^p \beta_i \Delta S_{t-i} + \varepsilon_t \quad (14)$$

Em que ΔS_t representa o retorno do preço no mercado físico no tempo “t”; β_0 , o intercepto; ΔF_t , o retorno do preço no mercado futuro no tempo “t”; ΔS_{t-1} , o retorno do preço no mercado físico defasado; β_1 , a razão ótima de hedge (ROH) e ε_t , o termo de erro.

Modelo 4

O Modelo 4 também pode ser chamado de modelo de correção de erros, já que introduz o mecanismo de correção de erro ao Modelo 2, conforme Guerra et al. (2013). Isso pode ser observado na formulação apresentada na Equação (15).

$$\Delta S_t = \beta_0 + \beta_1 \Delta F_t - \beta_2 U_{t-1} + \varepsilon_t \quad (15)$$

Em que ΔS_t representa o retorno do preço no mercado físico no tempo “t”; β_0 , o intercepto; ΔF_t , o retorno do preço no mercado futuro no tempo “t”; β_1 , a razão ótima de hedge (ROH), u_{t-1} , os resíduos defasados gerados pelo Modelo 2 e ε_t , o termo de erro.

Modelo 5

Finalmente, o Modelo 5 é um último adendo do modelo proposto por Myers e Thompson (1989), em que é feita a adição do retorno do preço no mercado futuro defasado, dado pela equação (16).

$$\Delta S_t = \beta_0 + \beta_1 \Delta F_t + \sum_{i=2}^p \beta_2 \Delta S_{t-i} + \beta_3 \Delta F_{t-1} + \varepsilon_t \quad (16)$$

Em que ΔS_t representa o retorno do preço no mercado físico no tempo “t”; β_0 , o intercepto; ΔF_t , o retorno do preço no mercado futuro no tempo “t”; ΔS_t , o retorno do preço

no mercado físico defasado; ΔF_{t-1} , o retorno do preço no mercado futuro no momento t-1; β_1 , a razão ótima de hedge (ROH) e ε_t , o termo de erro.

4.1.5 Testes de Durbin-Watson e de Breush-Pagan

Com o propósito de diagnosticar os modelos estimados e que foram acima descritos, foi empregado o teste *d* de Durbin-Watson (DW) para verificar a presença de autocorrelação nos resíduos dos modelos. Quando a estatística *d* do teste DW é inferior a 2, indica-se a existência de correlação serial positiva; por outro lado, se for superior a 2, sugere-se a presença de correlação serial negativa. A eliminação da evidência de correlação serial ocorre à medida que o valor do teste se aproxima de 2 (SARTORIS, 2013).

Já para examinar a heterocedasticidade, situação em que a variabilidade dos erros de um modelo estatístico não é constante em todas as observações, podendo aumentar ou diminuir conforme os valores da variável independente, utilizou-se o teste de Breush-Pagan, conforme proposto por Matsenbach (2021). A hipótese nula testada é de que a variância dos resíduos segue uma distribuição homocedástica, enquanto a hipótese alternativa sugere desigualdade de variâncias. Caso a hipótese nula seja rejeitada, indicando assim a presença de heterocedasticidade nos erros da regressão, o caminho será a estimativa robusta dos desvios padrão, que ajusta os desvios padrão de forma a tornar as estatísticas estimadas válidas mediante a heterocedasticidade, conforme Wooldridge (2008).

4.2. Dados utilizados

Para a realização da presente pesquisa, foram escolhidas as localidades de Sorriso (MT) e Rio Verde (GO), destacadas por sua relevância na produção de soja no cenário brasileiro atual, conforme apresentado no capítulo 3. Ademais, o contrato utilizado como referência para preço futuro foi o mais recente contrato lançado pelo B3 para soja, que é o contrato futuro de soja *FOB Santos* com liquidação financeira, segundo B3 (2021) tal contrato foi estruturado em parceria com a bolsa de Chicago e visa ser um instrumento de proteção com maior aderência ao contexto brasileiro, tal contrato tem como base o preço de exportação no porto de Santos e a liquidação financeira é definida em dólares por tonelada, o que de acordo com a B3 (2021) torna tal contrato uma boa ferramenta para gestão de risco daqueles produtores que tem foco na exportação.

O período de análise corresponde ao período de 29/11/2021 a 07/12/2023, considerando apenas os dias úteis. A escolha desse intervalo justifica-se pelo início das negociações do

contrato de soja *FOB Santos* ao qual se refere o preço futuro coletado em 29/11/2021. A escolha por dados diários se deu devido ao fato o contrato de soja FOB Santos ter sido lançado recentemente pela B3.

Os dados sobre a comercialização de soja no mercado físico em Sorriso (MT) foram obtidos por meio da análise histórica dos preços praticados. O Indicador de Soja do IMEA (Instituto Mato-Grossense de Economia Agropecuária) é responsável pelo cálculo e divulgação desse indicador, recebendo os registros das transações locais em Sorriso, expressos em Reais por saca de 60 kg, e proporcionando a divulgação diária desses dados.

No caso de Rio Verde (GO), as informações foram adquiridas através do estudo da série histórica de preços da soja. O Indicador de Soja do IFAG (Instituto para o Fortalecimento da Agropecuária de Goiás) realiza o cálculo e a divulgação desse indicador, recebendo os registros das transações em Rio Verde, expressos em Reais por saca de 60 kg, e assegurando a divulgação diária dessas informações.

Os dados relativos aos valores dos contratos futuros de soja foram obtidos através do preço de ajuste diário do contrato de vencimento mais próximo, disponíveis no site da B3 (2023). A cotação dos contratos futuros de soja é apresentada em dólares norte-americanos por tonelada, conforme exposto acima, requerendo, assim, a conversão para sacas em reais, utilizando a taxa de referência PTAX, que é divulgada diariamente pelo Banco Central do Brasil (Bacen) (2023).

As informações correspondentes as variáveis utilizadas são apresentadas no Quadro 3.

Quadro 3 – Variáveis, descrição e fonte

Variáveis	Descrição	Fonte
Ps	Preço à vista em Sorriso – MT	IMEA
Pr	Preço à vista em Rio Verde – GO	IFAG
Pa	Preço futuro de ajuste diário	B3

Fonte: Elaboração própria.

O Quadro 3 fornece informações sobre três variáveis cruciais para a pesquisa. A variável "ps" representa o preço à vista em Sorriso (MT) A variável "pr" indica o preço à vista em Rio Verde (GO). Por fim, a variável "pa" representa o preço futuro de ajuste diário dos contratos futuros de soja negociados na B3 (Brasil, Bolsa e Balcão). Esses dados são essenciais para analisar os preços no mercado físico e futuro da soja utilizados na pesquisa.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Este capítulo tem o objetivo de apresentar e discutir os resultados obtidos a partir da aplicação dos procedimentos propostos na metodologia. Inicialmente, será realizada uma análise das estatísticas descritivas dos dados e posteriormente as estimações realizadas no sentido de cumprir o objetivo proposto.

5.1 Análise descritiva dos dados

A Tabela 9 apresenta os valores encontrados para as principais estatísticas descritivas das três séries de interesse do trabalho.

Tabela 9 - Estatísticas descritivas das séries de preços, entre 29/11/2021 e 07/12/2023

Estatística descritiva	Preço à vista em Sorriso (MT)	Preço à vista em Rio Verde (GO)	Preço futuro
Mínimo	103,68	108,00	136,80
Máximo	185,20	186,00	210,68
Média	145,54	146,85	171,65
Mediana	155,80	158,00	174,03
Desvio-padrão	23,08	23,37	17,97

Fonte: Elaboração própria a partir de dados do IMEA (2023), IFAG (2023) e B3 (2023).

Ao analisar os valores indicados na Tabela 9, percebe-se uma considerável variação nos preços em ambas as regiões, Sorriso (MT) e Rio Verde (GO). Em Sorriso, os preços no mercado à vista apresentaram uma faixa de preço entre R\$103,68 a R\$185,20, enquanto em Rio Verde, os preços flutuaram entre R\$108,00 e R\$186,00 no período. A média dos preços à vista em Sorriso foi ligeiramente menor do que em Rio Verde, totalizando R\$145,54 e R\$146,85, respectivamente.

Simultaneamente, os preços futuros apresentaram uma amplitude de R\$136,80 a R\$210,68, com uma média de R\$173,74. É interessante observar que os preços futuros, em média, são inferiores aos preços à vista. Além disso, os desvios-padrões dos preços para Sorriso e Rio Verde foram 23,08 e 23,37, respectivamente, indicando uma dispersão de preços bastante próxima nas duas localidades, já para o preço futuro, o desvio-padrão foi menor, registrando 17,97, em linha com o observado na literatura

Já a Tabela 10 exhibe as estatísticas descritivas da base no período compreendido entre 29/11/2021 e 07/12/2023.

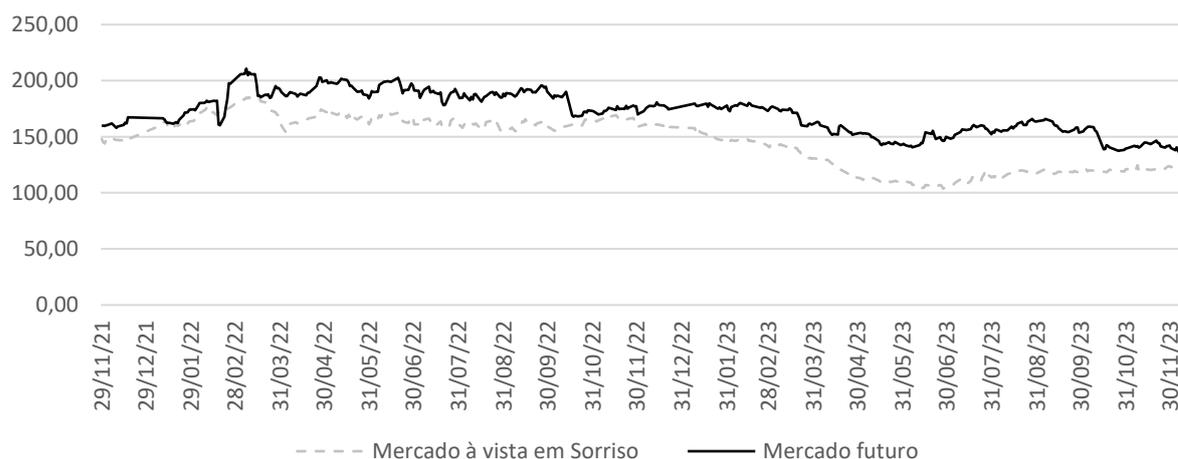
Tabela 10 - Estatísticas descritivas da base, entre 29/11/2021 e 07/12/2023

Estatística descritiva	Base Sorriso (MT)	Base Rio Verde (GO)
Mínimo	-49,07	-45,29
Máximo	11,82	18,82
Média	-26,10	-24,79
Mediana	-27,40	-26,84
Desvio-padrão	23,08	23,37

Fonte: Elaboração própria a partir de dados do IMEA (2023), IFAG (2023) e B3 (2023).

Ao comparar as estatísticas descritivas da base entre Sorriso (MT) e Rio Verde (GO), indicados na Tabela 10, ambas as localidades apresentaram valores negativos na base, indicando que os participantes do mercado estão dispostos a pagar mais no mercado à vista do que no preço futuro. Entretanto, as diferenças nas médias e nos desvios-padrão sugerem variações nas expectativas e comportamentos dos participantes nessas regiões. A base em Sorriso é mais fraca do que em Rio Verde, porém as variabilidades são muito próximas, a exemplo do que foi verificado para o preço físico.

Complementarmente, é examinado o padrão de evolução temporal das séries para as localidades de Sorriso (MT) e Rio Verde (GO). As trajetórias dos preços nos mercados à vista e futuro podem ser visualizadas nos Gráficos 6 e 7.

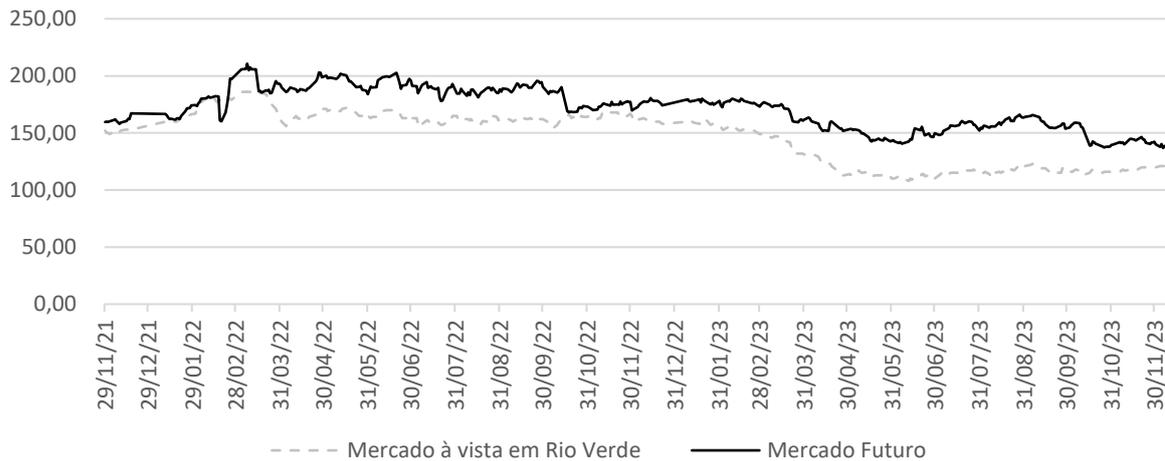
Gráfico 6 - Comportamento dos preços da soja no mercado à vista em Sorriso e mercado futuro para o período 29/11/2021 – 07/12/2023

Fonte: Elaboração própria a partir de dados do IMEA (2023) e B3 (2023).

Ao examinar o Gráfico 6, nota-se uma correlação significativa entre as duas séries, evidenciada pela similaridade dinâmica nos preços. Utilizando a Correlação de Pearson, constatou-se que a associação entre as duas variáveis é de, aproximadamente, 0,87. Essa

correlação forte sugere uma dependência significativa entre os dois mercados. No entanto, é importante lembrar que correlação não implica causalidade, e outras variáveis ou fatores podem influenciar os preços.

Gráfico 7 - Comportamento dos preços da soja no mercado à vista em Rio Verde e mercado futuro para o período 29/11/2021 – 07/12/2023

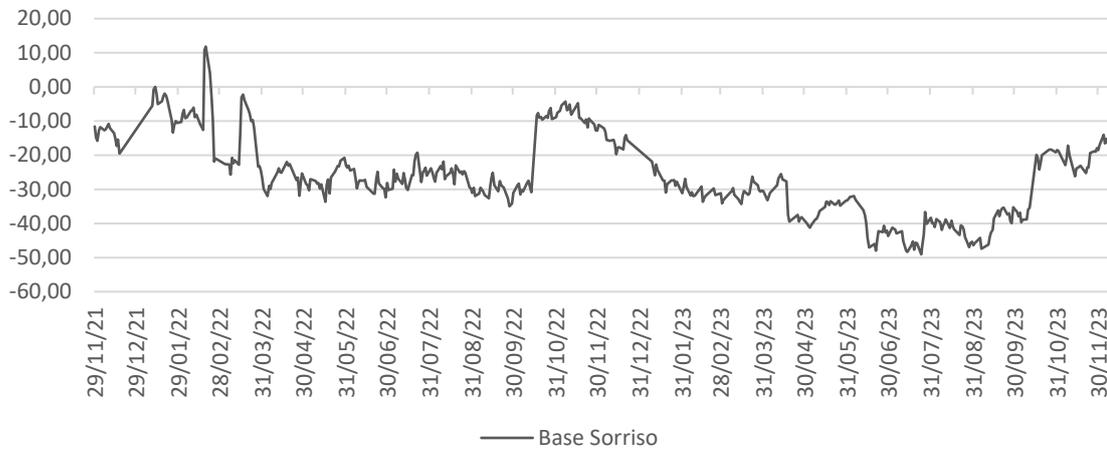


Fonte: Elaboração própria a partir de dados do IFAG (2023) e B3 (2023).

Em Rio Verde (GO) verifica-se uma situação semelhante à de Sorriso (MT), conforme demonstrado no Gráfico 7, que apresenta uma correlação significativa entre as duas séries devido à semelhança dinâmica nos preços. O uso do teste de Correlação de Pearson revelou que a associação entre as duas variáveis é de, aproximadamente, 0,86, ou seja, essa correlação forte sugere uma relação significativa entre os dois mercados.

Os Gráfico 8 e 9 apresentam a evolução das bases de ambas as localidades ao longo do período examinado.

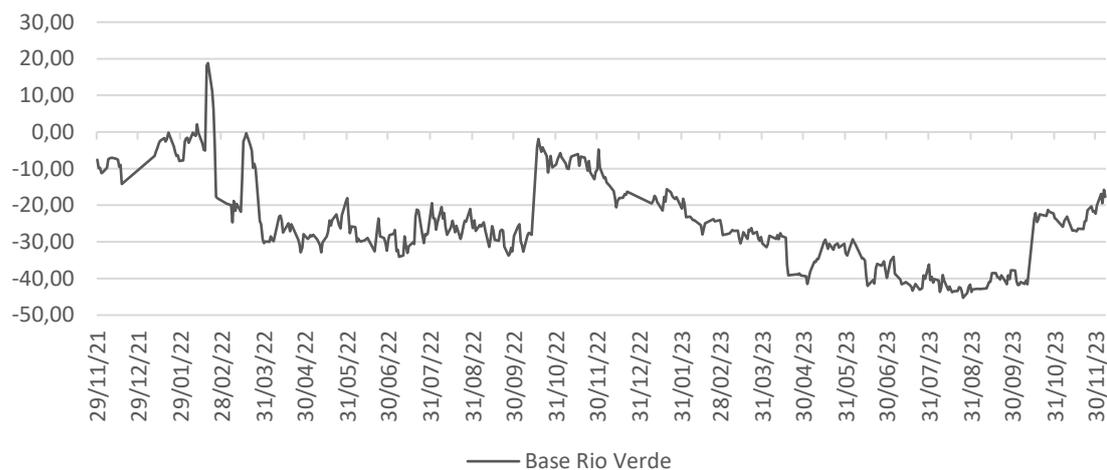
Gráfico 8 – Comportamentos da base de Sorriso (MT) para o período 29/11/2021 – 07/12/2023



Fonte: Elaboração própria a partir de dados do IMEA (2023) e B3 (2023).

A análise do comportamento das bases de Sorriso (MT), evidenciado no Gráfico 8, revela um comportamento volátil ao longo do tempo, com variações cíclicas, como já era esperado. Há períodos em que as bases se aproximam e outros em que divergem, mostrando uma maior disparidade entre os preços locais e futuros. É possível verificar que ambas as bases apresentam valores menores nos períodos próximos ao plantio da soja.

Gráfico 9 - Comportamentos da base de Rio Verde (GO) para o período 29/11/2021 – 07/12/2023



Fonte: Elaboração própria a partir de dados do IFAG (2023) e B3 (2023)

A observação do padrão nas bases de Rio Verde, conforme destacado no Gráfico 9, indica igualmente uma volatilidade ao longo do tempo, com variações cíclicas. Essa dinâmica

assemelha-se ao comportamento da base de Sorriso. Isso pode ser observado pelo desvio-padrão de ambas as localidades, 23,08 em Sorriso e 23,37 em Rio Verde.

Assim, tendo em vista a análise descritiva, tem-se que não se observa grandes discrepâncias entre os preços físicos e as bases nas duas localidades de interesse, o que pode indicar que o hedge em ambas as regiões tenha resultados similares, porém, tal afirmação só pode ser confirmada mediante o emprego de análises mais robustas, conforme será feito a seguir.

5.2 Análise dos resultados obtidos com a estimação dos modelos

Os primeiros testes realizados, dizem respeito a análise da estacionariedade das séries temporais, etapa crucial antes de adentrar na estimação dos modelos propostos. A análise da estacionariedade é feita, como apresentado no capítulo de metodologia, por testes estatísticos, como o Teste Aumentado de Dickey-Fuller (ADF) e o Teste de Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin (KPSS).

A Tabela 11 apresenta os resultados dos testes realizados, considerando 5% de significância, tem-se que as variáveis são não estacionárias em nível.

Tabela 11 - Resultados dos testes ADF e KPSS das séries de preços em nível

Variável		Teste ADF (em nível)		Teste KPSS (em nível)	
		Valor do teste	Resultado	Valor do teste	Resultado
<i>ps</i>	Constante	-0,4636	N.E.	0,7937	N.E.
	Constante + Tendência	-1,0042	N.E.	6,1453	N.E.
<i>pr</i>	Constante	-0,4173	N.E.	0,8042	N.E.
	Constante + Tendência	-1,1675	N.E.	6,1987	N.E.
<i>pa</i>	Constante	-1,3833	N.E.	0,7899	N.E.
	Constante + Tendência	-1,5126	N.E.	4,9302	N.E.

Fonte: Elaboração própria a partir de dados do IMEA (2023), IFAG (2023) e B3 (2023).

Notas: *ps*: Preço à vista em Sorriso; *pr*: Preço à vista em Rio Verde; *pa*: Preço de ajuste; N.E.: Não estacionário; E: estacionário.

Diante dos resultados acima expostos, foi conduzido o teste de raiz unitária nas primeiras diferenças das séries, que passam a ser estacionárias. Em seguida, considerando a suposição de que as séries de preços em Sorriso (MT) e Rio Verde são de mesma ordem de integração, neste caso, $I(1)$, a análise avançou para a realização do teste de cointegração. Esse teste não apenas certifica a presença de um vetor de cointegração no modelo, mas também avalia a influência de longo prazo entre as variáveis (OLIVEIRA NETO, 2016).

Para realizar essa análise, foi adotado o teste de cointegração de Johansen, empregando as técnicas do Teste do Traço, com as variáveis em nível. Os resultados dos critérios de informação de Hannan-Quinn (HQ) e Schwarz (SC) indicaram a necessidade de duas defasagens.

Os resultados obtidos nos testes estão expostos nas Tabela 12 e 13.

Tabela 12 - Teste de cointegração de Johansen baseado no Teste do Traço para Sorriso (MT)

Hipótese nula (H_0)	Estatística traço	Valores críticos a 5%*
$r = 0$	20,18	19,96
$r \leq 1$	0,75	9,24

Fonte: Elaboração própria a partir de dados do IMEA (2023) e B3 (2023).

De acordo com a Tabela 12, considerando 5% de significância, há a rejeição da hipótese nula de inexistência de vetor de cointegração, evidenciando, assim, a presença de pelo menos um vetor de cointegração. Assim, torna-se possível estabelecer um nível de conexão de longo prazo entre as variáveis de preço à vista da soja em Sorriso (MT) e preço futuro.

Tabela 13 - Teste de cointegração de Johansen baseado no Teste do Traço para Rio Verde (GO)

Hipótese nula (H_0)	Estatística traço	Valores críticos a 5%*
$r = 0$	20,94	19,96
$r \leq 1$	0,77	9,24

Fonte: Elaboração própria a partir de dados do IFAG (2023) e B3 (2023).

A mesma condição verificada em Sorriso (MT) se repete em Rio Verde (GO), conforme evidenciado na Tabela 13. Em outras palavras, a hipótese nula de ausência de vetor de cointegração é rejeitada, a 5% de significância, sinalizando a presença de pelo menos um vetor

de cointegração. Dessa forma, também há um nível de conexão de longo prazo entre os preços à vista da soja em Rio Verde (GO) e os preços futuros.

A identificação da cointegração entre as variáveis de preços está em consonância com as conclusões obtidas por Tonin, Tonin e Tonin (2008) em relação à soja nas regiões de Maringá e Porto de Paranaguá, Paraná. Com a validação dessas relações, procedeu-se à análise da razão ótima e da efetividade do hedge.

5.2.2 Hedge para a soja em Sorriso (MT)

A Tabela 14 apresenta os resultados da estimação dos cinco modelos de Mínimos Quadrados Ordinários (MQO) destinados ao cálculo da razão ótima de hedge do preço e à efetividade do hedge da soja em Sorriso (MT).

Tabela 14 - Resultados da estimação dos cinco modelos propostos à razão ótima de hedge da soja em grãos em Sorriso (MT)

Modelos	ROH	R ²	AIC	BIC	DW	BP (p-valor)
Modelo 1	1,1177	0,7573	3462,064	3474,385	0,086	26,124 (3,201e-07)
Modelo 2	0,21321	0,1037	1855,157	1867,472	1,946	12,264 (-0,0005)
Modelo 3	0,21268	0,1104	1845,124	1861,525	1,964	12,72 (0,001729)
Modelo 4	0,218462	0,1068	1855,615	1872,034	1,932	14,336 (0,0007707)
Modelo 5	0,20976	0,1121	1846,306	1866,807	1,955	20,433 (0,0001381)

Fonte: Elaboração própria a partir de dados do IMEA (2023) e B3 (2023).

A partir da Tabela 14, pode-se observar que o Modelo 1 apresenta um coeficiente superior a 1, contrariando a teoria da razão ótima de hedge, que recomenda uma proporção entre 0 e 1. A utilização de séries em nível quando estas são não estacionárias, conforme confirmado pelos testes de raiz unitária, sugere a possibilidade de resultados espúrios. O coeficiente de determinação elevado ($R^2 = 0,7573$) indica uma explicação robusta, mas tudo leva a crer que se trata de um resultado espúrio. Adicionalmente, o baixo valor do teste Durbin-Watson (DW) (0,086) sugere autocorrelação positiva nos resíduos. Além disso, há indicativo de regressão

espúria, já que o valor do teste DW é menor do que R^2 . Tais itens já dão indícios de que o modelo 1 não é uma boa opção.

Os outros modelos adotaram séries que passaram por diferenciação, garantindo assim a estacionariedade. Além disso, todos eles registraram valores próximos de 2 no teste Durbin-Watson, indicando a rejeição da hipótese de autocorrelação.

A análise dos resultados do teste de Breusch-Pagan (BP) indica a rejeição da hipótese nula em todos os modelos, pois o valor-p é inferior a 5% de significância. Isso aponta para a presença de heterocedasticidade nos erros dos modelos. Quando há heterocedasticidade, os estimadores de Mínimos Quadrados Ordinários (MQO) permanecem não viesados e consistentes, mas não apresentam a menor variância possível. Adicionalmente, os erros-padrão tornam-se menos confiáveis para testes de hipóteses. Para contornar tal problema, foram estimados os desvios-padrões robustos, revelando que os coeficientes representando a Razão Ótima de Hedge (ROH) são estatisticamente significativos a um nível de 1% (os resultados estão expostos no anexo A).

Os quatro modelos restantes mostraram Razões Ótimas de Hedge (ROH) na faixa de 20% a 21%, indicando a proporção do hedge em relação ao risco. A efetividade do hedge, avaliada pelo coeficiente de determinação, variou de 10,37% a 11,21% para esses modelos. O Modelo 5 foi o que apresentou a menor ROH, atingindo 20,97%, com uma efetividade medida pelo coeficiente R^2 de 11,21%.

Considerando os critérios de informação critérios de AIC (critério de informação de Akaike) e BIC (critério de informação Bayesiano), o Modelo 3 é indicado como melhor modelo. Por meio deste, a Razão Ótima de Hedge calculada foi de 21,26%, e a efetividade do hedge alcançou 11,04%.

Este resultado sugere que, na fase do planejamento, como medida de controlar o risco de preço da comercialização da *commodity* aqui em questão, o produtor poderia montar uma posição vendida no mercado futuro com cerca de 21,26% de contratos futuros em relação à produção física esperada. Destaca-se que o Modelo 3, embora tenha exibido a Razão Ótima de Hedge mais elevada (21,26%) e uma efetividade de 11,04%, ainda assim indica uma limitada efetividade do hedge. Esses achados sugerem que a estratégia de hedge adotada não se mostra altamente efetiva.

As conclusões apresentadas neste estudo guardam semelhanças com os resultados alcançados por Monteiro et al. (2013), que avaliou a efetividade e razão ótima do hedge com contratos de boi gordo em municípios de São Paulo, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Goiás e Paraná. Conforme os resultados obtidos pelos autores, em todas as localidades, a redução de

risco alcançada foi positiva e próxima a zero, exceto em Cuiabá, que apresentou um valor negativo, mas também próximo de zero. Isso sugere que a operação de hedge não foi efetiva em diminuir o risco dentro da amostra, chegando até mesmo a aumentá-lo.

No entanto, ao contrastar os resultados deste estudo com os apresentados por Souza, Martines-Filho e Marques (2012), destacam-se notáveis disparidades na efetividade. Os autores registraram uma redução de 60,50% na variância da receita total dos produtores de soja em Rondonópolis (MT) ao empregar a estratégia de hedge apenas no preço e uma redução de 80,70% ao utilizar simultaneamente o hedge de preço e de câmbio. As discrepâncias entre as pesquisas podem ser atribuídas ao intervalo de tempo e à localidade considerados para a análise, bem como ao contrato futuro específico utilizado, que no caso da pesquisa de Souza, Martines-Filho e Marques (2012) era o de Soja – CME.

Em conclusão, a análise dos modelos de Mínimos Quadrados Ordinários (MQO) para calcular a razão ótima de hedge do preço da soja em Sorriso (MT) revela indícios interessantes sobre a efetividade dessas estratégias, com o contrato futuro *FOB Santos*, que se deve lembrar é um contrato novo e ainda pouco negociado, se comparado a outras possibilidades. A análise alerta para a possível efetividade limitada do hedge, sugerindo que fatores regionais, condições de produção e complexidades logísticas podem influenciar significativamente os resultados. A comparação com estudos anteriores ressalta a variabilidade dessas estratégias, evidenciando a necessidade de considerar particularidades locais ao implementar práticas de hedge. Em última análise, as descobertas encontradas a respeito da efetividade do hedge da soja em Sorriso (MT) destacam a importância da adaptação das estratégias de gestão de risco às condições específicas de cada contexto agrícola, de cada período e do contrato futuro utilizado.

5.2.3 Hedge para a soja em Rio Verde (GO)

Assim como foi feito para Sorriso (MT), na Tabela 15, encontram-se os resultados da estimação de cinco modelos de Mínimos Quadrados Ordinários (MQO) que foram utilizados para calcular a razão ótima de hedge do preço e avaliar a efetividade do hedge da soja em Rio Verde (MT), durante negociações físicas mediante o emprego de contratos futuro de soja *FOB Santos* da B3.

Tabela 15 - Resultados da estimação dos cinco modelos propostos à razão ótima de hedge da soja em grãos em Rio Verde (GO)

Modelos	ROH	R²	AIC	BIC	DW	BP (p-valor)
Modelo 1	1,1220	0,7439	3497,854	3510,175	0,083	7,546 (0,006013)
Modelo 2	0,12686	0,0551	1696,534	1708,849	1,675	11,315 (0,000769)
Modelo 3	0,12638	0,0620	1688,342	1704,744	1,710	23,236 (9,001e-06)
Modelo 4	0,13019	0,0568	1697,736	1714,156	1,665	15,01 (-0,0005503)
Modelo 5	0,12117	0,0824	1680,513	1701,014	1,698	9,9201 (-0,01926)

Fonte: Elaboração própria a partir de dados do IFAG e B3.

Os dados da Tabela 15 revelam que o Modelo 1 exibe um coeficiente superior a 1, fora do previsto pela teoria da razão ótima de hedge, a qual preconiza uma proporção entre 0 e 1. A utilização de séries que são não estacionárias, conforme identificado nos testes de raiz unitária, devem ter gerado tal resultado. O coeficiente de determinação consideravelmente elevado ($R^2 = 0,7439$) indica uma explicação robusta, porém, espúria. Ademais, o reduzido valor do teste Durbin-Watson (DW) (0,083) aponta para a presença de autocorrelação positiva nos resíduos.

Os demais modelos ao utilizarem as séries diferenciadas, corrigem a questão da estacionariedade. Tais modelos exibem valores próximos a 2 no teste Durbin-Watson, indicando a rejeição da hipótese de autocorrelação. A avaliação dos resultados do teste de Breusch-Pagan (BP) revela a rejeição da hipótese nula, a 5% de significância, em todos os quatro restantes modelos, indicando a presença de heterocedasticidade nos erros associados.

A exemplo dos modelos para Sorriso (MT), para contornar tal questão, foram computados os erros-padrão robustos, evidenciando que os coeficientes que representam a Razão Ótima de Hedge (ROH) possuem significância estatística a um nível de 1% (os resultados podem ser consultados no anexo B). Os modelos 2, 3, 4 e 5 apresentaram Razões Ótimas de Hedge (ROH) situadas entre 12% e 13%, indicando a proporção ótima do hedge. A efetividade do hedge, avaliada através do coeficiente de determinação, variou de 5,51% a 8,24% para esses modelos.

Conforme os critérios de seleção de AIC (critério de informação de Akaike) e BIC (critério de informação Bayesiano), o Modelo 5 destaca-se como o melhor, este apresentou uma ROH de 12,11%, com uma efetividade baixa de apenas 8,24%. Tal resultado implica que, na fase de planejamento, como estratégia para controlar o risco de preço na comercialização da *commodity* em Rio Verde, o produtor poderia considerar a implementação de uma posição vendida no mercado futuro, envolvendo cerca de 12,11% de contratos futuros em relação à produção física esperada.

Ao contrastar com os resultados apresentados por Souza (2020), que utilizou contratos futuros de Soja – CME, surgem notáveis divergências na efetividade. Em Rio Verde (GO), ao proteger 61,30% da produção, tal autora observou-se uma redução de aproximadamente 51% nos riscos associados aos preços da soja. Já em Jataí (GO), a estratégia de hedge resultou em uma diminuição de 53,50% nos riscos, com uma razão ótima de hedge de 60,80%. Entretanto, em Cristalina (GO), mesmo com uma razão ótima de hedge mais elevada, atingindo cerca de 54%, os resultados não alcançaram um nível significativo de desempenho. As discrepâncias entre os resultados deste estudo e os de Souza (2020) podem ter surgido devido ao período analisado e ao contrato futuro usado no presente estudo, que conforme já foi ressaltado, é um contrato relativamente recente.

Nesse sentido, os baixos resultados de efetividade e razão ótima de hedge observados em Sorriso (MT) e Rio Verde (GO) levantam questões importantes sobre a adequação das estratégias de gestão de risco nessas localidades. Diversos fatores podem contribuir para esse cenário, sendo importante uma análise mais aprofundada para compreender os motivos subjacentes. Fatores regionais, como condições climáticas específicas, características do mercado local, práticas agrícolas predominantes e até mesmo questões logísticas, podem ter um impacto significativo na dinâmica dos preços dos produtos agrícolas nessas regiões.

Por fim, deve-se ressaltar que se optou pelo uso de dados diários na presente investigação, mas na literatura há a estratégia proposta por Stoll e Whaley (1993) de trabalhar com dados de frequência semanal, dada a discrepância de frequência do preço físico e preço futuro, sendo os primeiros de recorrência maior. A opção pelo uso de dados diários, foi devido ao fato de o contrato futuro escolhido ter iniciado sua negociação apenas em novembro de 2021, o que geraria uma série semanal de tamanho relativamente pequeno, caso a transformação fosse feita.

Ademais, tem-se que o contrato futuro utilizado na análise ainda apresenta um número de negociações baixo, para se ter uma perspectiva, no dia 18 de dezembro de 2023, havia apenas 101 contratos deste em aberto na B3 e apenas para que se tenha um comparativo, neste mesmo

dia também na B3, havia 5.525 contratos abertos do minicontrato futuro de soja CME que é uma parceria da bolsa brasileira com a bolsa de Chicago (B3, 2023).

Logo, por mais que a bolsa brasileira tenha lançado o contrato futuro usado pelo presente estudo como um produto focalizado para a realidade brasileira, de modo a proporcionar uma melhor proteção do preço da soja do país, há ainda muito o que caminhar em termos de adesão a tal contrato, sendo que essa baixa adesão, também pode explicar os resultados obtidos pelo trabalho.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando a relevância da produção de soja nos estados de Mato Grosso e Goiás para o cenário brasileiro, este estudo se dedicou à análise da efetividade e da razão ótima de hedge do grão de soja, por meio do novo contrato futuro de soja *FOB Santos*, lançado pela B3 em novembro de 2021, para Sorriso (MT) e Rio Verde (GO), com o objetivo de verificar o desempenho de tal mecanismo de gestão de risco de preço em duas localidades que são destaque na produção de soja.

Com o intuito de atingir esse objetivo, foram selecionadas as negociações realizadas no mercado à vista em Sorriso (MT) e Rio Verde (GO), cidades estratégicas na produção de soja nesses estados. O período de análise compreendeu o intervalo iniciando em 29/11/2021, data de início das negociações do contrato de soja *FOB Santos* na B3, e encerrando-se em 07/12/2023. Essa abordagem não apenas visou enriquecer o cenário acadêmico, ao propor uma avaliação com base em um contrato futuro relativamente recente, mas também proporcionar uma contribuição prática significativa aos produtores de soja das regiões em questão, os quais podem utilizar as informações obtidas como elemento fundamental na formulação de suas estratégias financeiras.

Para alcançar tal propósito, no âmbito metodológico, o processo teve início com a identificação de tendências e a avaliação da estacionariedade das séries temporais, empregando testes como o Teste de Raiz Unitária de Dickey-Fuller Aumentado (ADF) e o Teste Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin (KPSS). Em seguida, procedeu-se ao teste de cointegração de Johansen, essencial para examinar a existência de vetores de cointegração. Posteriormente, foram aplicados cinco modelos empíricos por meio da técnica de Mínimos Quadrados Ordinários (MQO), com o intuito de determinar a razão ótima de hedge (ROH) e avaliar a efetividade do hedge nas localidades de Sorriso (MT) e Rio Verde (GO).

Em Sorriso (MT), o Modelo 3 evidenciou-se como a escolha mais adequada, considerando os critérios de AIC (Critério de Informação de Akaike) e BIC (Critério de Informação Bayesiano). Nessa perspectiva, a razão ótima de hedge calculada atingiu 21,26%, enquanto a efetividade do hedge registrou apenas 11,04%, indicando resultados que apontam para uma eficácia limitada desses indicadores. Por outro lado, em Rio Verde, ao aplicar os mesmos critérios de seleção utilizados em Sorriso, o Modelo 5 destacou-se, apresentando uma razão ótima de hedge de 12,11%. Contudo, a efetividade associada a essa estratégia foi reduzida, alcançando apenas 8,24%. Esses desfechos sugerem que a abordagem adotada em Rio Verde também revela limitações em termos de efetividade.

Por conseguinte, pode-se afirmar que, ao examinar as estratégias de hedge em Sorriso (MT) e Rio Verde (GO), observou-se uma notável semelhança, confirmando assim, a hipótese inicialmente definida. Ambas as localidades apresentaram efetividades de hedge consideradas relativamente baixas, se comparado com o que se tem publicado na literatura, indicando desafios consistentes nas estratégias implementadas por meio do contrato futuro *FOB Santos*. Ou seja, na situação considerada não é viável realizar o hedge.

Ademais, é importante ressaltar que os resultados obtidos, tomam como base um contrato futuro relativamente recente, ainda com um número de negociação menor se comparado aos contratos que estão a mais tempo no mercado. Por fim, como sugestão de pesquisas futuras, um indicativo é refazer as estimações com dados semanais, de maneira a contornar a diferença entre a frequência dos preços físicos e futuros.

REFERÊNCIAS

- AGROSTAT. **Estatísticas de Comércio Exterior do Agronegócio Brasileiro**. Disponível em: <<http://sistemasweb.agricultura.gov.br/pages/AGROSTAT.html>>. Acesso em: 25 nov. 2023.
- ASSAF NETO, A. **Mercado financeiro**. 13. ed. São Paulo: Atlas, 2015.
- BANCO CENTRAL DO BRASIL. **Time Series Management System**. Disponível em: <<https://www3.bcb.gov.br/sgspub/localizarseries/localizarSeries.do?method=prepararTelaLocalizarSeries>>. Acesso em: 10 dez. 2023.
- BAPTISTA, D. M. **Estratégias de hedge utilizando contratos futuros de boi gordo da BM&F**. 2005. 90 p. Dissertação (Mestrado em Economia Aplicada) – Departamento de Economia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2005.
- BARBOSA, M. Z.; ASSUMPÇÃO, R. Ocupação territorial da produção e da agroindústria da soja no Brasil, nas décadas de 80 e 90. **Informações econômicas**, São Paulo, v. 31, n. 11, p. 7-16, 2001. Disponível em: <<http://www.iea.sp.gov.br/ftp/iea/ie/2001/TEC1-NOV-2001.pdf>>. Acesso em: 15 nov. 2023.
- BARCELLOS, M. **Histórias do mercado de capitais no Brasil: depoimentos inéditos de personalidades que marcaram a trajetória das bolsas de valores no país**. 1. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.
- BARROZO, J. C.; ROSA, J. C. A expansão do cultivo da soja no Brasil através dos dados oficiais. **Pampa (Santa Fe)**, [s. l.], n. 18, p. 79-98, 2018. Disponível em: <http://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S2314-02082018000200005&script=sci_arttext>. Acesso em: 15 nov. 2023.
- BUENO, R. L. S. Conceitos de "hedge" em mercados futuros. **RAUSP Management Journal**, Universidade de São Paulo, São Paulo, v. 37, n. 4, p. 83-90, 2002. Disponível em: <<http://www.spell.org.br/documentos/ver/16711/conceitos-de--hedge--em-mercados-futuros>>. Acesso em: 10 jul. 2023.
- B3. **Ajustes do pregão**. Disponível em: <https://www.b3.com.br/pt_br/market-data-e-indices/servicos-de-dados/market-data/historico/derivativos/ajustes-do-pregao/>. Acesso em: 01 dez. 2023.
- B3. **Educação**. Disponível em: <https://www.b3.com.br/pt_br/b3/educacao/>. Acesso em: 27 out. 2023.
- B3. **Histórico**. Disponível em: <<https://ri.b3.com.br/pt-br/b3/historico/>>. Acesso em: 27 out. 2023.
- B3. **Infraestrutura Tecnológica**. Disponível em: <https://www.b3.com.br/pt_br/produtos-e-servicos/central-depositaria/deposito-centralizado/infraestrutura-tecnologica/>. Acesso em: 27 out. 2023.

B3. Nova Plataforma de Clearing. Disponível em:

<https://www.b3.com.br/pt_br/noticias/b3-e-nasdaq-fecham-parceria-para-desenvolver-nova-plataforma-de-clearing.htm>. Acesso em: 27 out. 2023

B3. Programa de Incentivo. Disponível em:

<https://atendimento.b3.com.br/programadeincentivo/?id=non_resident_investor>. Acesso em 27 out. 2023.

B3. Tarifas B3. Disponível em: <https://www.b3.com.br/pt_br/menu-hierarquico/tarifas-b3.htm>. Acesso em: 27 out. 2023.

CAGNIN, P. R. **O Mercado de soja.** 2022. São Paulo: Faculdade de Economia, Administração, Contabilidade e Atuária/PUC-PR, 2022. 40 p. Trabalho de Conclusão de Curso.

CALDARELLI, C. E.; CÂMARA, M. R. G; SEREIA, V. J. O complexo agroindustrial da soja no Brasil e no Paraná: exportações e competitividade no período 1990 a 2007. **Organizações Rurais & Agroindustriais**, Lavras, v. 11, n. 1, p. 106-120, 2009. Disponível em: <<https://www.redalyc.org/pdf/878/87812762007.pdf>>. Acesso em: 15 nov. 2023.

CAPELLETTO, L. R.; OLIVEIRA, J. L.; CARVALHO, L. N. Aspectos do hedge accounting não implementados no Brasil. **Revista de Administração-RAUSP**, São Paulo, v. 42, n. 4, p. 511-523, 2007. Disponível em: <<https://www.revistas.usp.br/rausp/article/view/44461>>. Acesso em: 17 out. 2023.

CARMELLO, M. H. M. **A Bolsa de Valores de São Paulo: um estudo de suas origens, evolução e perspectivas de integração no mercado de valores globalizado.** 1997. 241 p. Tese (Doutorado em Administração) – Escola de Administração de Empresas de São Paulo, Fundação Getulio Vargas, São Paulo, 1997.

CARVALHO, D. F. et al. Análises dos testes de cointegração e de correção de erro dos preços do café e do cacau no mercado internacional de futuros e opções. **Novos Cadernos NAEA**, [s. l.], v. 10, n. 1, p. 45-70, 2008. Disponível em: <<https://periodicos.ufpa.br/index.php/ncn/article/view/71/144>>. Acesso em: 02 jan. 2024.

CASTRO, L. S.; ALMEIDA, E. S.; LIMA, J. E. A convergência espacial da produtividade de soja no Brasil: o caso das regiões Centro-Oeste e Sul. **Espacios**, [s. l.], v. 36, n. 21, p. 20, 2015. Disponível em: <<https://www.revistaespacios.com/a15v36n21/15362121.html>>. Acesso em: 20 nov. 2023.

CHEIN, Flávia. **Introdução aos modelos de regressão linear: um passo inicial para compreensão da econometria como uma ferramenta de avaliação de políticas públicas.** 1. ed. Brasília: Enap Fundação Escola Nacional de Administração Pública. 2019.

CME GROUP. **Produtos de commodities: guia autodidático para hedge com futuros e opções de grãos e sementes oleaginosas.** Disponível em: <http://www.cmegroup.com/trading/files/AC-216.1_GrainsHedgingGuide_port_SR.pdf>. Acesso em: 20 jun. 2023.

CME GROUP. **Timeline of CME Achievements**. Disponível em: <<https://www.cmegroup.com/company/history/timeline-of-achievements.html>>. Acesso em: 25 jul. 2023.

COMBAT, F. A. A crise do sistema de Bretton Woods: considerações sobre o papel do dólar na hierarquia monetária internacional. **Revista Estudos Políticos**, Rio de Janeiro, v. 10, n. 20, p. 245-265, 2019. Disponível em: <https://periodicos.uff.br/revista_estudos_politicos/article/view/43393>. Acesso em: 17 jul. 2023.

COMEX STAT. **Portal para acesso gratuito às estatísticas de comércio exterior do Brasil**. Disponível em: <<http://comexstat.mdic.gov.br/pt/home>>. Acesso em: 15 nov. 2023.

CORRÊA, A. L.; RAÍCES, C. **Derivativos agrícolas**. 1. ed. Porto Alegre: Editora Globo, 2005.

CUNHA, J. M. P. Dinâmica migratória e o processo de ocupação do Centro-Oeste brasileiro: o caso de Mato Grosso. **Revista Brasileira de Estudos de População**, São Paulo, v. 23, n. 1, p. 87-107, 2006. Disponível em: <<https://rebep.org.br/revista/article/view/230>>. Acesso em: 15 nov. 2023.

DELGADO, G. C. **Do capital financeiro na agricultura à economia do agronegócio: mudanças cíclicas em meio século [1965-2012]**. 1. ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2012.

DICKEY, D. A; FULLER, W. A. **Likelihood Ratio Statistics for Autoregressive Time Series with a Unit Root**, *Econometrica*, 49, 1057–1072, 1981.

DORNELLAS, V. D. **Razão ótima e efetividade do hedge com uso do contrato futuro da B3 para o boi gordo do período de 2022 a 2023**. João Pessoa: Centro de Ciências Sociais Aplicadas/UFPB, 2023. 37 p. Trabalho de Conclusão de Curso.

EDERINGTON, L. M. The hedge performance of the new futures markets. **The Journal of Finance**, [s. l.], v. 34, p. 157-170, 1979. Disponível em: <<https://www.jstor.org/stable/2327150>>. Acesso em 02 jan. 2024.

EMBRAPA. **Matopiba**. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/tema-matopiba/sobre-o-tema>>. Acesso em: 27 nov. 2023.

ENDERS, W. **Applied econometric time series**. United States: John Wiley & Sons, 1995. 433 p.

FARHI, M. Derivativos financeiros: hedge, especulação e arbitragem. **Economia e Sociedade**, Campinas, v. 8, n. 2, p. 93-114, 1999. Disponível em: <<https://www.eco.unicamp.br/images/arquivos/artigos/495/04-MaryseFarhi.pdf>>. Acesso em: 18 out. 2023.

FAXO, A. et al. Evolução do cultivo da soja no Brasil de 1980 a 2015. In: ENCITEC: CRIAR, INOVAR E EMPRENDER, 13., 2017, **Anais...** [s. l.], 2017. p. 1-9. Disponível em:

<https://www2.fag.edu.br/coopex/inscricao/arquivos/encitec/20171024-123115_arquivo.pdf>. Acesso em: 27 nov. 2023.

FERNANDEZ, A. J. C. Expansão da soja em Mato Grosso: políticas de ocupação e mercado de terras. **AgEcon Search**, Cuiabá, v. 1, n. 1, p. 23, 2008. Disponível em: <<https://ageconsearch.umn.edu/record/108912/files/145.pdf>>. Acesso em: 20 nov. 2023.

FLORINDO, L. O. et al. **Estratégia de hedge com opções fora do dinheiro em ações de empresas estatais: uma análise para o período de 2018 a 2021**. Florianópolis: Centro Socioeconômico/UFSC, 2022. 57 p. Trabalho de Conclusão de Curso.

FREIRE, A. E. J. et al. **Derivativos como instrumento de hedge cambial**. 2002. 112 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Departamento de Engenharia e Sistemas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

FREITAS, C. A.; ALVES, W. B. Análise da efetividade e da razão ótima do hedge do boi gordo e do cross-hedge do bezerro no estado de São Paulo. **Análise Econômica**, Porto Alegre, v. 31, n. 60, 2013. Disponível em: <<https://seer.ufrgs.br/index.php/AnaliseEconomica/article/view/22277>>. Acesso em: 17 out. 2023.

FREITAS, W. A.; SOBRINHO, F. L. A.; MELLO, M. A influência de Planos e Programas do Governo Federal na região Centro-Oeste: ocupação e modernização do território entre as décadas de 1960 a 1970. **Política e Planejamento Regional**, Rio de Janeiro, v. 6, n. 1, p. 64-79, 2019. Disponível em: <<https://www.revistappr.com.br/artigos/publicados/A-influencia-de-planos-e-programas-do-Governo-Federal-na-regiao-Centro-Oeste-ocupacao-e-modernizacao-do-territorio-entre-as-decadas-de-1960-a-1970.pdf>>. Acesso em: 27 nov. 2023.

GIRELI, B. T. C. et al. Uma análise do impacto institucional na produção da soja nos estados brasileiros por meio índices de produtividade e análise espacial. **Revista De Gestão E Secretariado (Management and Administrative Professional Review)**, São Paulo, v. 13, n. 3, p. 1955-1972, 2022. Disponível em: <<https://ojs.revistagesec.org.br/secretariado/article/view/1455>>. Acesso em: 20 nov. 2023.

GOMES, M. R. Evolução e perspectivas de desempenho econômico e produção da soja nos contextos brasileiro e paranaense. **Revista (RE) DEFINIÇÕES DAS FRONTEIRAS**, Foz do Iguaçu, v. 1, n. 2, p. 349-360, 2023. Disponível em: <<http://journal.idesf.org.br/index.php/redfront/article/view/45/44>>. Acesso em: 15 nov. 2023.

GUERRA, R. R. et al. A efetividade e razão ótima de hedge para a soja na praça de Tupanciretã. **Indicadores Econômicos FEE**, Porto Alegre, v. 40, n. 2, p. 139-150, 2013. Disponível em: <<https://revistas.planejamento.rs.gov.br/index.php/indicadores/article/view/2545>>. Acesso em: 02 jan. 2024.

GUIMARAES, R. L. **Razão ótima de hedge em função do horizonte de hedge e da periodicidade dos dados: uma aplicação no mercado de boi gordo brasileiro**. 2005. 88 p. Dissertação (Mestrado em Finanças e Economia Empresarial) — Escola de Economia de São Paulo, Fundação Getúlio Vargas, São Paulo

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

HIRAKURI, M. H.; LAZZAROTTO, J. J. **O agronegócio da soja nos contextos mundial e brasileiro**. 1. ed. Londrina: Embrapa, 2014.

HOFFMANN, R. **Estatística para Economista**. 1. ed. São Paulo: Thomson, 2006.

HORITA, V. D. **Como o produtor brasileiro pode utilizar a ferramenta de hedge, na venda ou compra de uma opção para proteger ou participar do mercado de futuros**. Brasília: Centro de Ensino Unificado de Brasília/ UniCEUB, 2010. 26 p. Trabalho de Conclusão de Curso.

HULL, J. C. **Opções, futuros e outros derivativos**. 9. ed. Porto Alegre: Bookman Editora, 2016. 994 p.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **SIDRA: Banco de Tabelas Estatísticas**. 2022. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/home/pimpfbr/brasil>>. Acesso em: 15 nov. 2023.

IFAG – INSTITUTO PARA O FORTALECIMENTO DA AGROPECUÁRIA EM GOIÁS. **Cotações**. 2023. Disponível em: <<https://sistemafaeg.com.br/ifag>>. Acesso em 01 dez. 2023.

IMEA – INSTITUTO MATOGROSSENSE DE ECONOMIA AGROPECUÁRIA. **Séries históricas**. Disponível em: <<https://www.imea.com.br/imea-site/indicador-soja>>. Acesso em 01 dez. 2023.

JANKE, A. H. **Cultura da soja no Brasil e a expansão agrícola em Rondônia nos últimos anos**. 2022. Ariquemes: Centro Universitário UNIFAEMA, 2022. 32 p. Trabalho de Conclusão de Curso.

JOHANSEN, S. **Identifying restrictions of linear equations with applications to simultaneous equations and cointegration**. *Journal of econometrics*, [s. l.], v. 69, n. 1, p. 111–132, 1995. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/030440769401664L>>. Acesso em: 02 jan. 2024.

KRITSINELIS, A. F. **Ativos prefixados no Brasil: estratégias de Hedge**. Rio de Janeiro: Instituto de Economia/UFRJ, 2014. 38 p. Trabalho de Conclusão de Curso.

KWIATKOWSKI, D. et al. **Testing the null hypothesis of stationarity against the alternative of a unit root**. *Journal of econometrics*, [s. l.], v. 54, n. 1-3, p. 159–178, 1992. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/030440769290104Y>>. Acesso em: 02 jan. 2024.

LAMEIRA, V. J.; FIGUEIREDO, A. C.; NESS JÚNIOR, W. L. Hedge, redução de volatilidade dos lucros e o efeito sobre o imposto de renda das companhias abertas brasileiras. **Revista Contabilidade & Finanças**, São Paulo, v. 16, p. 31-46, 2005. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rcf/a/hTdK6swDKwpJcj64ZXcSFKQ/>>. Acesso em: 18 out. 2023.

LAZZARINI, S. G. Gerenciamento de riscos de preços no sistema agroindustrial brasileiro da soja. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, [s. l.], v. 35, n. 4, p. 41- 64, 1998. Disponível em: <<http://www.resr.periodikos.com.br/article/5da7c4b40e88250e30ba68e3>>. Acesso em: 06 fev. 2024.

LEE, S.; VEDENOV, Dmitry. Hedging Multiple Price Uncertainties in Soybean Export. In: AGRICULTURAL & APPLIED ECONOMICS ASSOCIATION ANNUAL MEETING, 2023, Washington D.C. **Anais...** [s. l.], AgEcon, 2023. p. 1-28. Disponível em: <<https://ageconsearch.umn.edu/record/335770/files/26556.pdf>>. Acesso em: 29 out. 2023

MACHADO, J. P. **Análise do aumento do número de investidores na B3, a bolsa de valores brasileira, entre janeiro de 2018 e março de 2023**. Goiânia: Escola de Direito, Negócios e Comunicação/PUC-GO, 2023. 43 p. Trabalho de Conclusão de Curso.

MAIA, F. N. C. S.; AGUIAR, D. R. D. Estratégias de hedge com os contratos futuros de soja da Chicago Board of Trade. **Gestão & Produção**, São Carlos, v. 17, p. 617-626, 2010. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/gp/a/sHtCDRxtPk6NchPhNtxptJS/?format=html>>. Acesso em: 06 fev. 2024.

MARRA, R.; SOUZA, G. S.; ALVES, E. R. A. Papel da Embrapa no desenvolvimento do agronegócio. **Revista de Economia e Agronegócio**, [s. l.], v. 11, n. 1, 2013. p. 42. Disponível em: <<https://periodicos.ufv.br/rea/article/download/7538/3129>>. Acesso em: 15 nov. 2023.

MARTA, J. M.C; FIGUEIREDO, A. M. R. Expansão da soja no cerrado de Mato Grosso Aspectos políticos. **Revista de Política Agrícola**, [s. l.], v. 17, n. 1, p. 117-128, 2008. Disponível em: <<https://seer.sede.embrapa.br/index.php/RPA/article/view/429>>. Acesso em: 25 nov. 2023.

MARQUES, F. N. **Os derivados agropecuários na bolsa de mercadorias e futuros e na Chicago Board Of Trade**. Brasília: Faculdades de Ciências Sociais Aplicadas/UniCEUB, 2008. 34 p. Trabalho de Conclusão de Curso.

MARTINS, M. A. S. **Lembrando o encilhamento**. Disponível em: <<https://www.ufrgs.br/fce/lembrando-o-encilhamento>>. Acesso em: 27 out. 2023.

MATSENBACH, J. R. **Razão ótima e efetividade do hedge com uso do contrato futuro da B3 para soja brasileira no período entre 2019 e 2020**. Santa Maria: Centro de Ciências Sociais e Humanas/UFSM, 2021. 61 p. Trabalho de Conclusão de Curso.

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/download/287/248>>. Acesso em: 02 jan. 2024.

MONTEIRO, W. F. et al. A não efetividade do hedge para o boi gordo. **Revista de Economia**, [s. l.], v. 39, n. 1, p. 18. 2013. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/economia/article/view/29108/22715>>. Acesso em: 02 jan. 2024.

MORAES, A. K.; MELO, A. S; SOBRAL, M. F. F. Uma análise da operação de hedge no etanol hidratado em uma usina do Estado da Paraíba. **Revista em Agronegócio e Meio**

Ambiente, Maringá, v. 14, n. 4, p. 1-19, 2021. Disponível em:

<<https://periodicos.unicesumar.edu.br/index.php/rama/article/view/7850>>. Acesso em: 18. out. 2023.

MOREIRA, J. N.; BRUM A. L. Regressão linear múltipla aplicado para a relação entre a bolsa de mercadorias de Chicago, o câmbio, na formação do preço médio da soja no RS no período (2007 a 2016). In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 26., 2018, Ijuí. **Anais...** Ijuí: UNIJUÍ, 2018. p. 1-5. Disponível em:

<<https://publicacoeseventos.unijui.edu.br/index.php/salaoconhecimento/article/view/10501/9166>>. Acesso em: 18 out. 2023.

MORETTIN, P.A. **Econometria financeira: um curso em séries temporais financeiras**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2011.

MYERS, R. J.; THOMPSON, S. R. **Generalized optimal hedge ratio estimation**. American Journal of Agricultural Economics, [s. l.], v. 71, n. 4, p. 858-868, 1989. Disponível em:

<<https://www.jstor.org/stable/1242663>>. Acesso em: 02 jan. 2024.

NABARRO, W. W. **O mercado de capitais no território brasileiro: ascensão da BM&FBovespa e centralidade financeira de São Paulo (SP)**. 2016. 254 p. Dissertação (Mestrado em Geografia Humana) – Departamento de Geografia, Universidade de São Paulo, 2016.

OLIVEIRA, L. A. **Finalidades e modalidades dos derivativos no direito brasileiro**. Porto Alegre: Faculdade de Direito/UFRGS, 2019. Trabalho de Conclusão de Curso. 54 p.

OLIVEIRA NETO, O. J. et al. Risco de base e cross hedge: uma revisão. **RAGC**, [s. l.], v. 4, n. 13, 2016. Disponível em:

<<https://www.revistas.fucamp.edu.br/index.php/ragc/article/view/712>>. Acesso em: 17 out. 2023.

OLIVEIRA NETO, O. J.; FIGUEIREDO, R. S. Análise das operações de hedge do boi gordo no mercado futuro da BM&F para o estado de Goiás. **Gestão & Planejamento-G&P**, Salvador, v. 9, n. 1, 2010. Disponível em:

<<https://www.revistas.fucamp.edu.br/index.php/ragc/article/view/712>>. Acesso em: 17 out. 2023.

PANDOLFO, L. G. **Análise da produção e exportação de soja no Brasil entre 2000 e 2020 à luz da teoria da base exportadora de Douglass North**. Santa Maria: Centro de Ciências Sociais e Humanas/UFSM, 2022. Trabalho de Conclusão de Curso. 55 p.

PAXSON, D.; WOOD, D. **Dicionário enciclopédico de finanças**. 1. ed. São Paulo, Atlas, 2001.

PENONE, C.; GIAMPIETRI, E.; TRESTINI, S. Hedging effectiveness of commodity futures contracts to minimize price risk: Empirical evidence from the Italian field crop sector. **Risks**, Pádua, v. 9, n. 12, p. 213, 2021. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/2227-9091/9/12/213>>.

<<https://www.mdpi.com/2227-9091/9/12/213>>. Acesso em: 29 out. 2023.

PINA, M. **Derivativos financeiros**. 1. ed. Curitiba: IESDE BRASIL SA., 2009.

PINHEIRO, J. L. **Mercado de capitais**. 9. ed. São Paulo: Atlas, 2019.

REDECKER, A. C.; CAVAGNOLI, F. O. Ato de Concentração Empresarial entre BM&FBOVESPA e a Cetip e a questão concorrencial no mercado de capitais brasileiros. **Revista Jurídica Luso-Brasileira**, [s. l.], v. 6, n. 4, p. 235-270, 2020. Disponível em: <https://www.cidp.pt/revistas/rjlb/2020/4/2020_04_0235_0270.pdf>. Acesso em: 23 ago. 2023.

ROCHA, et al. Relação entre os preços do grão de soja nos mercados à vista e futuro: uma análise a partir da razão ótima de Hedge. **Revista da Faculdade de Administração e Economia**, [s. l.], v. 1, n. 2, p. 113-137, 2010. Disponível em: <<https://www.metodista.br/revistas/revistas-metodista/index.php/ReFAE/article/view/1569/0>>. Acesso em: 02 jan. 2024.

SALES, J. M. A. **Movimento Browniano: Uma análise**. Fortaleza: Centro de Ciências/UFC, 2015. Trabalho de Conclusão de Curso. 56 p.

SALISU, A. A.; VO, X.V.; LAWAL, A. Hedging oil price risk with gold during COVID-19 pandemic. **Resources Policy**, [s. l.], v. 70, p. 101897, 2021. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301420720309284?ref=pdf_download&fr=RR-2&rr=81dd27ecb867a473>. Acesso em: 29 out. 2023.

SAN ONG, T.; TAN, W. F.; TEH, B. H. Hedging effectiveness of crude palm oil futures market in Malaysia. **World Applied Sciences Journal**, [s. l.], v. 19, n. 4, p. 556-565, 2012. Disponível em: <<https://core.ac.uk/download/pdf/162014107.pdf>>. Acesso em: 18 out. 2023.

SANTOS, A. M. D. **A evolução dos preços agrícolas e as bolsas de mercadorias e futuros: um estudo para o mercado da soja em grão, farelo e óleo no Brasil (1995-2001)**. 2003. 81 p. Dissertação (Mestrado em Economia) – Faculdade de Ciências Econômicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.

SANTOS, J. C. S.; SILVA, M. E. **Derivativos e renda fixa: teoria e aplicações ao mercado brasileiro**. 1. ed. São Paulo: Atlas, 2015.

SARTORIS, Alexandre. **Estatística e Introdução à Econometria**. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2013.

SCHWENK, L. M. TRANSFORMAÇÕES NO PROCESSO DE EXPANSÃO DA SOJA EM MATO GROSSO: ALGUMAS REFLEXÕES NO CONTEXTO AMBIENTAL, ECONÔMICO E SOCIAL. **Revista Mato-Grossense de Geografia**, Cuiabá, v. 16, n. 01, 2013. Disponível em: <<https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/geografia/article/view/752>>. Acesso em: 25 nov. 2023.

SHRYDEH, N. et al. The hedging effectiveness of gold against US stocks in a post-financial crisis era. **Cogent Economics & Finance**, [s. l.], v. 7, n. 1, p. 1698268, 2019. Disponível em: <<https://www.tandfonline.com/doi/epdf/10.1080/23322039.2019.1698268?needAccess=true>>. Acesso em: 18 out. 2023

SILVA, A. R. O.; AGUIAR, D. R. D.; LIMA, J. E. Hedging with futures contracts in the Brazilian soybean complex: BM&F vs. CBOT. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, v. 41, p. 383-405, 2003. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/resr/a/cJbGwHv8tzwwcJHgnCn5CZy/?lang=en>> . Acesso em: 06 fev. 2024.

SILVA, A. M. C. et al. Hedge financeiro para operações em dólar americano. **Revista Estudos do CEPE**, Santa Cruz do Sul. v. 38, p. 21-41, 2013. Disponível em: <<https://online.unisc.br/seer/index.php/cepe/article/view/2375/3120>>. Acesso em: 27 jul. 2023.

SILVA, F. C. **Hedge accounting no Brasil**. 2014. 151 p. Tese (Doutorado em Ciências) - Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

SILVA, I. T.; OLIVEIRA, R. A. Análise do hedge ótimo e efetividade do hedge para o mercado do milho em Ponta Grossa. In: ENCONTRO ANUAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA JÚNIOR, 26., 2017, Ponta Grossa. **Anais...** Ponta Grossa: UEPG, 2017. 4. p. 1-4. Disponível em: <https://siseve.apps.uepg.br/storage/eaic2017/14_Isabhor_Teixeira_da_Silva-150714496986251.pdf>. Acesso em: 17 out. 2023.

SOUZA, A. F. M. **Evolução da Produção e Exportação da Soja Brasileira: uma análise do período de 2002 a 2010**. Três Rios: Unidade Acadêmica de Três Rios/UFRRJ, 2011. 51 p.

SOUZA, G. P. **Razão ótima e efetividade do Hedge para a cultura da soja nos municípios de Rio Verde, Jataí e Cristalina no estado de Goiás**. 2020. 56 p. Dissertação (Mestrado em Agronegócio) – Escola de Economia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2020.

SOUZA, G. R.; OLIVEIRA, S. C.; SANTINI, G. A. A influência do prêmio de exportação, da taxa de câmbio e dos preços externos sobre o preço da soja no Brasil. **Latin American Journal of Business Management**, [s. l.], v. 4, n. 1, 2013. Disponível em: <<https://www.lajbm.com.br/index.php/journal/article/view/122>>. Acesso em: 18 out. 2023.

SOUZA, W. A. R.; MARTINES-FILHO, J.G.; MARQUES, P.V. Análise de estratégias de hedge simultâneo para a produção de soja no Centro-Oeste. **Revista de Economia**, [s. l.], v. 38, n. 2, p. 73-92, 2012. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/economia/article/view/29903/19363>>. Acesso em: 02 jan. 2024.

STOLL, H.R. e WHALEY, R.E. **Hedging with futures contracts. Futures and Options-theory and applications**. Cincinnati: South-Western Publishing Co., 1993. 413.p.

TEIXEIRA, J. C.; HESPANHOL, A. N. A Região Centro-Oeste no contexto das mudanças ocorridas no período pós-1960. **Revista Eletrônica da Associação dos Geógrafos Brasileiros, Seção Três Lagoas**, Três Lagoas, v. 3, n. 1, p. 52-66, 2006. Disponível em: <<https://periodicos.ufms.br/index.php/RevAGB/article/view/1346/861>>. Acesso em: 02 nov. 2023.

TONIN, J. M.; BRAGA, M. J.; COELHO, A. B. Efetividade de Hedge do milho com contratos futuros da BM&F: uma aplicação para a região de Maringá (PR). **Revista de**

Economia, Curitiba, ano 33, v. 35, n. 1, p. 117-142, jan./abr. 2009. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/economia/article/download/17053/11248>>. Acesso em: 02 jan. 2024.

TONIN, J. M.; TONIN, J. R.; TONIN, G. M. Operações de Hedge no Mercado da Soja: uma análise comparativa para o Estado do Paraná. **Revista Paranaense de Desenvolvimento**, Curitiba, v. 1, n. 115. p. 07-30. 2008. Disponível em: <<https://ipardes.emnuvens.com.br/revistaparanaense/article/view/1>>. Acesso em: 02 jan. 2024.

TURRA, F. J. **Uma contribuição ao processo de divulgação do hedge accounting no Brasil**. 2019. 116 p. Tese (Doutorado em Administração) – Faculdade Economia, Administração, Contábeis e Atuariais, PUC-SP, São Paulo, 2019.

VUKINA, T., ANDERSON, J. L. A state space forecasting approach to optimal intertemporal cross-hedge. **American Agricultural Economics Association**, [s. l.], v. 75, p. 416-424, 1993. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/247569012_A_State-Space_Forecasting_Approach_to_Optimal_Intertemporal_Cross-Hedging/link/0c960534c3842a4867000000/download>. Acesso em. 30 jun. 2023.

WARNKEN, P. F. A influência da política econômica na expansão da soja no Brasil. **Revista de Política Agrícola**, [s. l.] v. 8, n. 1, p. 1-13, 1999. Disponível em: <<https://seer.sede.embrapa.br/index.php/RPA/article/view/674>>. Acesso em: 15 nov. 2023.

WESZ JÚNIOR, V. J. O mercado da soja no Brasil e na Argentina: semelhanças, diferenças e interconexões. **Século XXI: Revista de Ciências Sociais**, [s. l.], v. 4, n. 1, p. 114-161, 2014. Disponível em: <<https://periodicos.ufsm.br/seculoxxi/article/view/15647/9419>>. Acesso em: 15 nov. 2023.

WOOLDRIDGE, J. M. Introdução à econometria: uma abordagem moderna. São Paulo: Cengage Learning, 2008.

ANEXO - A**Erro padrão robusto – Sorriso (MT)**

Equação	Erro padrão robusto do coeficiente da ROH
Modelo 1	0,029926
Modelo 2	0,000986
Modelo 3	0,000593
Modelo 4	0,001583
Modelo 5	0,000807

Fonte: Elaboração própria a partir de dados do IMEA e B3.

ANEXO - B**Erro padrão robusto – Rio Verde (GO)**

Equação	Erro padrão robusto do coeficiente da ROH
Modelo 1	0,031143
Modelo 2	0,024865
Modelo 3	0,024872
Modelo 4	0,006470
Modelo 5	0,024687

Fonte: Elaboração própria a partir de dados do IMEA e B3.