



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS
DEPARTAMENTO DE ECONOMIA**

VICTOR DINIZ DORNELLAS

**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

2023

VICTOR DINIZ DORNELLAS

**RAZÃO ÓTIMA E EFETIVIDADE DO HEDGE COM USO DO CONTRATO
FUTURO DA B3 PARA O BOI GORDO DO PERÍODO DE 2022 A 2023**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
como requisito parcial à obtenção do título de
Bacharel em Ciências Econômicas pela
Universidade Federal da Paraíba.

Orientador (a): Dr. Sinézio Fernandes Maia

JOÃO PESSOA

2023

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

D713r Dornellas, Victor Diniz.

Razão ótima e efetividade do hedge com uso do contrato futuro da B3 para o boi gordo do período de 2022 a 2023 / Victor Diniz Dornellas. - João Pessoa, 2023.

35 f. : il.

Orientação: Sinézio Fernandes Maia.
TCC (Graduação) - UFPB/CCSA.

1. Boi gordo. 2. Razão ótima. 3. Efetividade do hedge. 4. Pecuarista. I. Maia, Sinézio Fernandes. II. Título.

UFPB/CCSA

CDU 33

VICTOR DINIZ DORNELLAS

**RAZÃO ÓTIMA E EFETIVIDADE DO HEDGE COM USO DO CONTRATO
FUTURO DA B3 PARA O BOI GORDO DO PERÍODO DE 2022 A 2023**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Ciências Econômicas do Centro de Ciências Sociais Aplicadas (CCSA) da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em Ciências Econômicas.

Aprovado em: 20 de Junho de 2023.

NOTA de
APROVAÇÃO
9,0

BANCA EXAMINADORA

Prof. (a) Dr. Sinézio Fernandes Maia
UFPB

Documento assinado digitalmente

gov.br

PAULO AMILTON MAIA LEITE FILHO
Data: 13/06/2023 14:11:26-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof.(a) Dr. Paulo Amílton Maia
UFPB

Prof.(a) Mestre. Igor José Santana
FPB

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pelas experiências vividas na universidade e pelas pessoas que tive a oportunidade de conhecer, interagir e conviver na graduação em Economia da UFPB. Por todas as experiências, atitudes inspiradoras, conhecimentos transmitidos. Agradeço aos meus pais, Jadson e Dieme, e ao meu irmão, Maycon, por todo suporte de incentivo desde sempre. Obrigado por me dar condições de buscar e tornar os meus sonhos realidade. Agradeço aos meus amigos que começaram essa trajetória comigo desde o início e passaram momentos mais que especiais nesses quatro anos de estudo. Agradeço a cada professor que me conduziu nessa etapa de graduação. Vocês me ensinaram, a cada instante, coisas novas e que eram impensáveis. Gostaria de agradecer especialmente ao professor Dr. Sinézio Fernandes Maia por ter me orientado neste trabalho, com cada observação e aprimoramento proposto para que o resultado se tornasse o melhor possível.

RESUMO

A produção e comercialização do Boi Gordo ocorre em um contexto em que os preços são determinados por um mercado internacional complexo e volátil, portanto, o gerenciamento de risco passa a ser indispensável para essa atividade. Diante disso, este trabalho aborda a relação da *commodity* Boi Gordo no mercado à vista negociado na Bahia, praça de Salvador, com o contrato futuro de Boi Gordo, negociado em diversos contratos em balcão na B3. O trabalho apresenta o estudo da razão ótima e efetividade do hedge, no período de 01/11/2022 até 29/03/2023, tendo como objetivo mitigar o risco por parte do pecuarista. Foram procedidas as estimações por MQO (Mínimo quadrado ordinário) de três modelos empíricos de regressão, respectivamente, com os dados em nível, logaritmo e logaritmo na primeira diferença com seis defasagens na variável explicativa. Para os três modelos estimados, foram obtidas razão ótima de hedge entre 3,5% e 3,7% e efetividade variando entre 3,1% e 1,7%. O trabalho também abrange desde a explicação da conjuntura econômica do mercado de Boi Gordo até os seus eventuais ciclos.

Palavras-chave: boi gordo; efetividade; razão ótima; pecuarista.

ABSTRACT

The production and commercialization of Boi Gordo takes place in a context in which prices are determined by a complex and volatile international market, therefore, risk management becomes essential for this activity. In view of this, this work addresses the relationship between the Fat Ox commodity in the spot market traded in Bahia, Salvador, with the Boi Gordo futures contract, traded in several over-the-counter contracts on B3. The work presents the study of the optimal ratio and effectiveness of the hedge, in the period from 01/11/2022 to 03/29/2023, with the objective of mitigating the risk on the part of the cattle rancher. Estimations were carried out by OLS (Ordinary Least Squares) of three empirical regression models, respectively, with data in level, logarithm and logarithm in the first difference with six lags in the explanatory variable. For the three estimated models, an optimal hedge ratio between 3.5% and 3.7% was obtained, and effectiveness varying between 3.1% and 1.7%. The work also ranges from explaining the economic situation of the Boi Gordo market to its eventual cycles.

Key-words: fat ox, effectiveness, great reason, cattleman.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - COMPORTAMENTO PREÇO DO BOI GORDO NO MERCADO À VISTA E FUTURO EM NÍVEL PARA O PERÍODO NOVEMBRO. /2022 – MARÇO/2023	23
FIGURA 2 - GRÁFICO QQ PLOT DO PREÇO À VISTA E FUTURO JUNTO COM O HISTOGRAMA DOS PREÇOS À VISTA E FUTURO	25
FIGURA 3 - COMPORTAMENTO PREÇO DO BOI GORDO NOS MERCADOS À VISTA E MERCADO FUTURO PARA O PERÍODO MARÇO/2021 – MARÇO/2023	26
FIGURA 4 - COMPORTAMENTO PREÇO DO BOI GORDO NO MERCADO À VISTA E FUTURO EM RETORNO PARA O PERÍODO NOVEMBRO. /2022 – MARÇO/2023	27
FIGURA 5 - RESULTADO DA FUNÇÃO DE AUTOCORRELAÇÃO AMOSTRAL (ACF) DOS PREÇOS À VISTA E FUTURO EM NÍVEL E EM RETORNO	28
FIGURA 6 - GRÁFICO DOS RESÍDUOS DOS TRÊS MODELOS PROPOSTOS	31
FIGURA 7 - GRÁFICO DO TESTE ACF EMPREGADO NOS RESÍDUOS DOS TRÊS MODELOS PROPOSTOS	32

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - ESTATÍSTICA DESCRITIVA PREÇO À VISTA E PREÇO FUTURO EM NÍVEL R\$/ARROBA	24
TABELA 2 - ESTATÍSTICA DESCRITIVA RETORNO DO PREÇO À VISTA E FUTURO R\$/ARROBA	24
TABELA 3 - RESULTADOS DO TESTE ADF DAS SÉRIES DE PREÇOS EM NÍVEL	29
TABELA 4 - RESULTADOS DO TESTE ADF DAS SÉRIES DE PREÇOS EM RETORNO	29
TABELA 5 - RESULTADO DOS TRÊS MODELOS	30

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
1.1 OBJETIVOS	12
1.2 ORGANIZAÇÃO DA MONOGRAFIA	12
2. REVISÃO DE LITERATURA E ASPECTOS TEÓRICOS	12
2.1. ASPECTOS TEÓRICOS	14
3. METODOLOGIA	17
3.1. DERIVAÇÃO DA REGRA ÓTIMA DE HEDGE	17
3.2 PRIMEIRO MODELO	20
3.3 SEGUNDO MODELO	21
3.4 TERCEIRO MODELO	21
3.5 BASE DE DADOS	22
3.6 TESTES E SELEÇÃO DOS MODELOS	22
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	23
4.1- ANÁLISE EXPLORATÓRIA DA SÉRIE DE PREÇOS	23
4.2 ESTIMAÇÃO DOS MODELOS	30
REFERÊNCIAS	35
APÊNDICE A	37

1. INTRODUÇÃO

O Brasil representa o maior mercado bovino do mundo com 224 milhões de cabeças, distribuídas em 5 milhões de estabelecimentos rurais, que ocupam 350 milhões de hectares (IBGE, 2021). A maior representatividade se encontra no Centro-Oeste brasileiro com 34,5% da produção nacional. Em segundo lugar se encontra a Região Sul, com 13,2% da produção nacional (IBGE, 2021), para região do Nordeste, a representatividade em termos percentuais representa cerca de 7% da produção nacional (IBGE, 2019). Os maiores concorrentes do Brasil no segmento pecuário são Austrália, Argentina e Uruguai; os maiores compradores são, China, Estados Unidos e Indonésia (MAPA, 2022).

Na produção bovina, o pecuarista pode passar por desafios e dificuldades em que não há previsibilidade de preços. Com isso, várias dificuldades e desafios podem surgir durante a produção e venda do gado, podendo gerar risco de prejuízo financeiro. Entre elas, destacam-se o ciclo pecuário, em que o abate e a retenção de fêmeas na fazenda são pontos relevantes do ciclo, o que torna difícil fazer a reposição, condição climática, em que o ciclo de safra e entressafra se dá respectivamente pelos períodos de água e seca, ocorrendo em maio e outubro, e o aumento dos custos de produção, tendo a armazenagem do boi magro e a alimentação como maiores representantes do custo (LINO, 2021).

Dessa forma, torna-se necessário o estudo da viabilidade de mecanismos para proteger o pecuarista da variação dos preços à vista, buscando mitigar o risco financeiro. Um dos caminhos se dá é através do mercado de derivativos. Por definição, derivativo é um contrato que deriva de um ativo/objeto, que podem ser entre eles os contratos de swaps, opções, termo e futuro (HULL, 2016). O foco da estratégia de proteção estudada se dará no mercado futuro, que representa um acordo entre duas partes de compra ou venda de um ativo em uma determinada data no futuro por um preço negociado em bolsa, tendo a garantia do preço de venda no dia do vencimento (HULL, 2016).

Seguindo a estratégia de proteção futura dos preços, o pecuarista estrutura uma posição na ponta vendedora, com o objetivo de proteger sua receita contra variação negativa do preço à vista, tendo a contraparte do contrato o frigorífico, atuando na ponta compradora, com o objetivo de proteger o seu custo contra oscilação positiva do preço à vista. As duas pontas do contrato se caracterizam pelo hedge, que é definido como a montagem do contrato

futuro tomada de posição contrária à posição no mercado à vista com o objetivo de mitigar o risco de oscilações do preço (NETO, 2008). Dessa maneira, o trabalho irá estudar a efetividade do contrato na operação de hedge no Nordeste, em que a raça predominante é a Nelore, a mais popular nos rebanhos brasileiros, que é produzida com foco na produção de carne e cruzamento industrial (QUEIROZ, 2023). Respondendo a pergunta “Como o pecuarista deve proceder para mitigar o risco de preço através do mercado financeiro?”.

1.1 OBJETIVOS

- OBJETIVO GERAL

- Estimar uma equação de hedge para o pecuarista no mercado futuro de Boi Gordo negociado na B3, para região Nordeste do Brasil.

- OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Obter uma série temporal de preços do Boi Gordo que representa o Nordeste brasileiro.
- Estudar a efetividade do contrato futuro na operação de hedge.

1.2 ORGANIZAÇÃO DA MONOGRAFIA

O capítulo 1 contém introdução na qual se contextualiza a conjuntura econômica do Boi Gordo, descrevendo sobre a dinâmica de preço à vista do boi e o panorama do Brasil. O capítulo 2 possui detalhes sobre a revisão de literatura e aspectos teóricos. O capítulo 3 contém informações relevantes sobre metodologia, modelos econométricos utilizados para a estimação e a base de dados. A seção 4 traz o resultado com discussões sobre a estimação. O capítulo 5 apresenta conclusão do trabalho, respondendo se o hedge para uma determinada posição no período selecionado foi efetivo. Por fim, no capítulo 6 seguem as referências utilizadas para a elaboração da monografia juntamente com os apêndices.

2. REVISÃO DE LITERATURA E ASPECTOS TEÓRICOS

O mercado de derivativos tem sido amplamente estudado por autores como John Hull (2016), Myers e Thompson (1989), Martins e Aguiar (2004). Entre os trabalhos e artigos sobre o tema, foram selecionados os que trazem aspectos de metodologia para estimação de efetividade e hedge no mercado futuro, em especial *commodities* agrícolas. Foram examinados os benefícios da utilização dos contratos futuros da bolsa em questão como medida de proteção para os produtores brasileiros.

Martin e Aguiar (2004) mostram que os contratos com vencimento no segundo semestre são mais efetivos, que a efetividade é maior naquelas regiões próximas a portos de exportação. Desse modo, demonstram que a eficiência das operações de hedge operacionalizadas através da CBOT (Chicago Board of Trade) está diretamente ligada à relação entre a safra e a entressafra no Brasil e nos Estados Unidos. Os resultados foram obtidos através da regressão do retorno das variáveis em logaritmo.

Guerra (2013) elaborou o estudo focalizado no mercado de soja na região de Tupanciretã. O resultado do trabalho mostra que para diminuir o risco inerente às oscilações no preço da soja é necessário que 13,97% do total de recursos possuídos pelo hedge seja protegido via mercado futuro. A efetividade do hedge na soja é de 22,44%, se mostrou pouco efetivo como ferramenta para minimizar o risco.

Neto (2008) examinou, a partir de séries temporais com os preços da arroba do boi gordo para o Estado de Goiás e os preços no mercado futuro da BM & F, a eficiência das operações de hedge do boi gordo para tal região. Nesse intuito, o autor percebeu que o hedge é uma eficaz ferramenta na busca da diminuição dos riscos de preços decorrentes da pecuária em Goiás, sendo sua efetividade de, aproximadamente, 90%.

Diniz e Maia (2019) chegaram ao resultado para fins de hedge no mercado sucroalcooleiro, utilizando modelo de correlação condicional dinâmica (DCC), Garch-Bekk e MQO, comparando a estimação em diversas *commodities* agrícolas. Para o açúcar, a efetividade média pelo modelo DCC foi de 61%, superando os modelos Garch-Bekk (32%) e o modelo MQO (2%). Para o mercado de etanol, foi verificado que o modelo Garch-Bekk, em média, obteve a maior efetividade do hedge (67%), seguido pelo DCC (53%) e MQO (7%).

Cariele e Maia (2016) teve o trabalho focado também no setor sucroalcooleiro. Constatou-se que a razão ótima do hedge estático para o açúcar e o etanol, foram,

respectivamente, 16,4% e 4%, e que a razão hedge dinâmica varia com o tempo, sendo a razão média semelhante à razão hedge estática. Quanto à efetividade, observou um percentual de 89,43% para o açúcar e 45,31% para o etanol, podendo concluir que, para o açúcar, a ferramenta de hedge no mercado futuro é eficaz para minimizar os riscos causados pela oscilação de preços, sendo ineficaz para o etanol.

Myers e Thompson (1989) contribuíram para o aprimoramento das ferramentas de análise, o trabalho nos apresenta que as formas mais apropriadas para encontrar a razão ótima além da regressão simples, através de uma abordagem generalizada baseada em econometria de séries temporais. Conclui-se que a abordagem correta para a estimativa do índice ótimo de hedge depende do processo de geração de dados que determina os preços à vista e futuros de equilíbrio. O artigo derivou uma abordagem generalizada para a estimativa da razão de hedge ótima e forneceu técnicas MQO de equação simples direta para implementá-la.

O presente estudo em conjunto com as referências citadas acima serve de informação para os produtores e demais participantes do mercado físico de *commodities*, pois de forma empírica, é possível mitigar os riscos causados pelas oscilações de preço. O trabalho contribui para o melhor desempenho e aplicação de mecanismos de hedge no mercado futuro de Boi Gordo.

2.1. ASPECTOS TEÓRICOS

O mecanismo utilizado para a finalidade de hedge com contrato futuro é explorado por John C Hull, que define o contrato futuro como um compromisso de compra ou venda de determinado ativo numa data específica no futuro, por um preço previamente estabelecido de uma negociação entre duas partes, em que a bolsa deve especificar em detalhes a natureza exata do contrato, em especial o tipo do ativo, o tamanho do contrato, onde e quando a entrega será realizada (HULL, 2016).

À medida que nos aproximamos do período de vencimento do contrato futuro, o preço futuro converge com o preço à vista do ativo subjacente (HULL, 2016). Essa convergência é chamada de risco de base, que é dada pela diferença do preço à vista do ativo, sendo hedgeado pelo preço futuro do contrato usado (HULL, 2016). Se o ativo a ser hedgeado e o ativo subjacente do contrato futuro são os mesmos, a base deve ser zero na expiração do contrato futuro. Para definir o risco de base, temos:

$$d_1 = p_1 - f_1 \text{ e } d_2 = p_2 - f_2 \quad (1)$$

onde:

p_1 : Preço à vista no tempo t_1

p_2 : Preço à vista no tempo t_2

F_1 : Preço futuro no tempo t_1

F_2 : Preço à vista no tempo t_2

d_1 : Base no tempo t_1

d_2 : Base no tempo t_2

A razão ótima de hedge se refere a quanto do ativo físico deve ser protegido no mercado futuro por meio de operações de hedge, ou seja, a parcela da produção que deve estar atrelada a contratos futuros para que os riscos sejam minimizados (CARIELE; MAIA, 2016). A razão ótima é a proporção ideal entre o valor do contrato futuro e o valor do ativo físico para a operação de hedge, sendo muito baixa, significa que a operação está sub-hedgeada, ou seja, não está protegendo totalmente sua posição. Por outro lado, se a razão ótima for muito alta, significa que a operação está super-hedgeada, protegendo mais do que o necessário. Para John C Hull, é possível chegar na razão ótima de hedge:

$$h^* = \frac{\sigma_p}{\sigma_f} \quad (2)$$

onde:

σ_p = desvio padrão da variação do preço à vista.

σ_f = desvio padrão da variação do preço futuro.

h^* = Razão Ótima de Hedge

A efetividade do hedge pode ser descrita como a redução percentual da variância do retorno a partir da decisão de hedging, ou seja, o quanto hedgeado está a posição da ponta vendedora ou compradora (NETO, 2008). Estabelecida a proporção da variância, que é

eliminada por meio do hedge, chega-se ao que é conhecido como sendo a efetividade de hedge, representada por p^2 , que é conseguida a partir da equação (NETO, 2008):

$$p^2 = h^2 \frac{\sigma_f^2}{\sigma_p^2} \quad (3)$$

A efetividade será o quadrado da correlação linear (R^2) entre as mudanças no preço à vista e futuro, dando em termos percentuais a viabilidade da posição (MARTINS; AGUIAR, 2004). Conforme na fórmula:

$$\epsilon = 1 - \frac{\sigma_p^2 (1-p^2)}{\sigma_f^2} = p^2 \quad (4)$$

$$\epsilon = p^2$$

Dessa forma, observado que o quadrado da correlação linear entre as mudanças dos preços à vista e futuro varia de zero a um, a efetividade de hedge, quando se utiliza a razão ótima de hedge, ou de mínima variância, também varia de zero a um (NETO, 2008). Dada a afirmação, verifica-se que a efetividade de hedge será máxima, quando as mudanças nos preços à vista e futuro forem perfeitamente correlacionadas, e serão menores de acordo com que a correlação entre os respectivos preços diminuam (NETO, 2008). Assim, destacando que o quadrado da correlação linear R^2 é conseguido pela utilização dos Mínimos Quadrados Ordinários (MQO) e a razão de hedge ótima corresponde ao resultado do coeficiente angular da equação, sendo demonstrado nos três modelos.

Para o gerenciamento de risco, é importante calcular o número ideal de contratos que devem ser usados na posição. O número de contratos futuros necessários é dado por (HULL, 2016):

$$N^* = \frac{h^* Q_a}{Q_f} \quad (5)$$

onde:

Qa: Tamanho da posição sendo hedgeada (Unidades)

Qf: Tamanho de um contrato futuro (Unidades)

N* Número ideal de contratos futuros para Hedge.

É importante informar que as operações em contratos futuros passam por ajustes diários, que exigem uma margem de garantia para sua efetivação (HULL, 2016). Em anexo, se encontra o contrato negociado na B3 com detalhes específicos do contrato.

3. METODOLOGIA

Esse capítulo tem o objetivo de descrever o material e a metodologia adotada para estimar e analisar a razão ótima de hedge. Para tal, será detalhada a derivação da regra ótima de hedge e suas transformações, a apresentação de três modelos de estimação dentro do contexto da regra ótima de hedge e os testes econométricos empregados junto com a base de dados coletadas para o trabalho.

3.1. DERIVAÇÃO DA REGRA ÓTIMA DE HEDGE

Considere o comportamento de um agente que assume posições à vista e futuras para alguma *commodity* no tempo t-1. O lucro do agente no período t, data em que as posições são liquidadas, é denotado (MYERS; THOMPSON, 1989).

$$\Pi_t = p_t q_{t-1} - c(q_{t-1}) - (f_t - f_{t-1}) b_{t-1}$$

onde:

Π_t = Lucro

p_t = Preço à vista no período t

q_{t-1} = Posição à vista escolhida em t-1

c = Função de custo crescente e convexa

f_t = Preço futuro cotado no período t para entrega em alguma data futura, e

b_{t-1} = Venda de contratos futuros em t-1 (compras negativas).

O agente escolhe q_{t-1} e b_{t-1} para maximizar uma função linear da média e variância

da renda, condicionada à informação disponível:

$$\frac{Max}{q_{t-1}, b_{t-1}} E(\pi_t | x_{t-1}) - \frac{\lambda}{2} \text{Var}(\pi_t | x_{t-1})$$

onde:

x_{t-1} = Conjunto de informações disponíveis em t-1.

λ = Medida da aversão ao risco do agente.

As condições de primeira ordem para este problema são:

$$(1) E(p_t | x_{t-1}) - c'(q_{t-1}) - \lambda(\sigma_p^2 q_{t-1} - \sigma_{pf} b_{t-1}) = 0$$

$$(2) E(f_t | x_{t-1}) - c'(q_{t-1}) - \lambda(\sigma_f^2 b_{t-1} - \sigma_{pf} q_{t-1}) = 0$$

onde:

$\sigma_p^2 = \text{Var}(p_t | x_{t-1})$ é a variação condicional do preço à vista;

$\sigma_f^2 = \text{Var}(F_t | x_{t-1})$ é a variância condicional do preço futuro;

$\sigma_{pf} = \text{Cov}(p_t, f_t | x_{t-1})$ é a covariância condicional entre preço à vista e preço futuro.

Observe que todos os momentos relevantes estão condicionados à informação disponível no tempo t-1. Uma suposição crucial para derivar o índice ótimo de hedge é que o mercado futuro é imparcial.

$$(3) E(f_t | x_{t-1}) = f_{t-1}$$

Sob esta suposição, (2) implica a regra de hedge simples

$$(4) r = \frac{\sigma_{pf}}{\sigma_f^2}$$

onde:

$$r = b_{t-1} / q_{t-1}$$

Os parâmetros σ_{pf} e σ_f^2 são momentos condicionais dos preços de mercado. Portanto, para determinar como σ_{pf} e σ_f^2 devem ser estimados, precisamos de um modelo de mercado da relação de equilíbrio (ou desequilíbrio) entre preços à vista e futuros (MYERS; THOMPSON, 1989). A abordagem generalizada para estimar os parâmetros σ_{pf} e σ_f^2 se baseia em um modelo do processo de geração de dados para preços de equilíbrio no mercado à vista e de futuros. Suponha que os dados de preços de mercado à vista e futuros sejam gerados pelo seguinte modelo de equilíbrio linear (MYERS; THOMPSON, 1989).

$$(5) p_t = x_{t-1} \alpha + \mu_t$$

$$(6) f_t = x_{t-1} \beta + v_t$$

onde:

x_{t-1} = Vetor de variáveis conhecidas em t-1 que ajudam a prever p_t e f_t .

α e β = Vetores de parâmetros desconhecidos; e

μ_t e v_t = Termos de erro com média zero e sem correlação serial condicional em x_{t-1}

Os erros podem ser correlacionados contemporaneamente e ter matriz de covariância independente Ω . Para implementar a regra ótima de hedge, precisamos estimar a matriz de covariância condicional dos preços à vista e futuros (MYERS; THOMPSON, 1989). Mas, aplicando o operador de covariância condicional em (x_{t-1}) a (5) e (6), verifica-se que:

$$\sigma_p^2 = \text{Var}(\mu_t | x_{t-1})$$

$$\sigma_f^2 = \text{Var}(v_t | c)$$

$$\sigma_{pf} = \text{Cov}(\mu_t, v_t | v_t)$$

Assim, a matriz de covariância condicional de p_t e f_t é exatamente igual a Ω , a matriz de covariância contemporânea dos termos de erro μ_t e v_t . Para estimar Ω , o primeiro passo é estimar os parâmetros desconhecidos α e β , usando mínimos quadrados ordinários (MQO) em cada equação (MYERS; THOMPSON, 1989). O segundo passo é pegar os vetores

dos resíduos MQO, $\hat{\mu}$ e \hat{v} , e usar suas variâncias e covariâncias amostrais como um estimador de Ω :

$$(7) \hat{\Omega} = \frac{1}{T} \begin{vmatrix} \frac{\hat{\mu}\hat{\mu}}{\hat{v}\hat{v}} & \frac{\hat{\mu}\hat{v}}{\hat{v}\hat{v}} \\ \frac{\hat{\mu}\hat{v}}{\hat{v}\hat{v}} & \frac{\hat{v}\hat{v}}{\hat{v}\hat{v}} \end{vmatrix}$$

Como existem regressores exógenos idênticos no lado direito de ambas as equações, (7) é o estimador de máxima verossimilhança de Ω , sob a suposição de erros normalmente distribuídos (MYERS; THOMPSON, 1989). A terceira e última etapa é definir a razão de hedge igual à razão da covariância condicional estimada entre os preços à vista e dos títulos para a variância condicional estimada do preço futuro.

$$(8) \hat{r} = \frac{\frac{\hat{v}\hat{\mu}}{\hat{v}\hat{v}}}{\frac{\hat{v}\hat{v}}{\hat{v}\hat{v}}}$$

A equação (8) tem três propriedades desejáveis como um estimador de razão ideal e hedge.

- 1) Baseado em um modelo de mercado geralmente especificado para determinação de preços à vista e futuros;
- 2) Leva em consideração as informações de condicionamento relevantes usando desvios das médias condicionais (variáveis no tempo) dos preços à vista e futuros para estimar a matriz de covariância necessária;
- 3) Na hipótese de erros normalmente distribuídos, é o estimador de máxima verossimilhança da razão ótima de hedge, considerando o processo de geração de dados definido por (5) e (6).

A seguir, serão apresentados os principais modelos de estimação utilizando regressão simples, dentro do contexto da derivação regra ótima de hedge.

3.2 PRIMEIRO MODELO

Considerando usar o coeficiente de inclinação de uma regressão em nível dos preços à vista sobre os níveis de preços futuros como um estimador de taxa de hedge ideal.

$$p_t = \alpha + \beta f_t + \epsilon_t$$

Onde:

p_t = Preço à vista.

f_t = Preço Futuro

ϵ_t = Termos de erro

A regressão simples usando preços em nível é um estimador de razão de hedge ótimo muito restritivo, pois apresenta limitações que violam alguns dos princípios da MQO (Mínimo quadrado ordinário), como heterocedasticidade, autocorrelação residual e a estacionariedade (MYERS; THOMPSON, 1989).

3.3 SEGUNDO MODELO

Considerando usar o coeficiente de inclinação de uma regressão em nível com os dados em logaritmo de preços à vista e futuro como um estimador de taxa de hedge ideal (MYERS; THOMPSON, 1989).

$$\ln p_t = \alpha + \ln \beta f_t + \epsilon_t$$

onde:

$\ln p_t$ = Preço e variação spot em t-1 em logaritmo.

f_t = Preço Futuro

ϵ_t = Termos de erro

O segundo modelo pode não corrigir integralmente o problema de heterocedasticidade, autocorrelação residual, bem como a estacionariedade. O motivo de utilizar dados em logaritmo consiste em corrigir os problemas de assimetria ou distribuição não normal dos dados. A transformação em logaritmo ajuda a “esticar” a distribuição dos dados tornando-a mais assimétrica utilizando a variância em uma série temporal (GUJARATI, 2011).

3.4 TERCEIRO MODELO

Considerando usar o coeficiente de inclinação de uma regressão em primeira diferença com os dados em logaritmo com seis defasagens na variável explicativa, como um estimador de taxa de hedge ideal (MYERS; THOMPSON, 1989).

$$\ln \Delta p_t = \alpha + \ln \beta \Delta f_t + \ln \beta \Delta f_{1-6} + \epsilon_t$$

Onde:

$\ln \Delta p_t$ = Preço e variação à vista em t-1 em logaritmo.

f_t e Δf_t = Preço Futuro e variação em 1-6 em logaritmo

ϵ_t = Termos de erro.

A regressão em primeira diferença em logaritmo é útil para analisar base de dados que apresentam tendência/sazonalidade, para modelar variáveis que possuem tendência comum. A regressão na primeira diferença é usada para modelar a mudança na variável de interesse em relação ao período anterior corrigindo o problema de estacionariedade, consiste em criar uma nova série temporal calculada como a diferença entre os valores consecutivos da série original, assim, removendo padrões e tendências não estacionárias (GUJARATI, 2011). A técnica de defasar a variável explicativa é importante quando existe uma relação temporal entre as variáveis. Na presença de autocorrelação dos resíduos, a inclusão de defasagens pode ajudar a capturar essa autocorrelação melhorando o ajuste do modelo (GUJARATI, 2011).

3.5 BASE DE DADOS

A base de dados do preço à vista foi retirada da SEAGRI (Secretaria de Estado da Agricultura, Abastecimento e Desenvolvimento Rural) do Estado da Bahia, praça de Salvador, e o preço do contrato futuro da B3, ambos no diário, do período de 01/11/2022 até 29/03/2023. Para os dados do preço futuro, foram utilizados os seguintes contratos do vencimento de dezembro de 2022 até março de 2023, respectivamente, (BGIZ22, BGIF23, BGIG23, BGIH23) sendo ajustado até o próximo vencimento de cada contrato.

3.6 TESTES E SELEÇÃO DOS MODELOS

A escolha de uma especificação de modelo é um aspecto importante da estimativa da razão de hedge ótima. O teste de raiz unitária de Dickey-Fuller Aumentado (ADF) se faz necessário para verificar se as séries são estacionárias. O teste de Durbin-Watson e o teste de White foram empregados em cada um dos três modelos para, respectivamente, testar a autocorrelação dos resíduos e verificar a presença de heterocedasticidade. Também, é

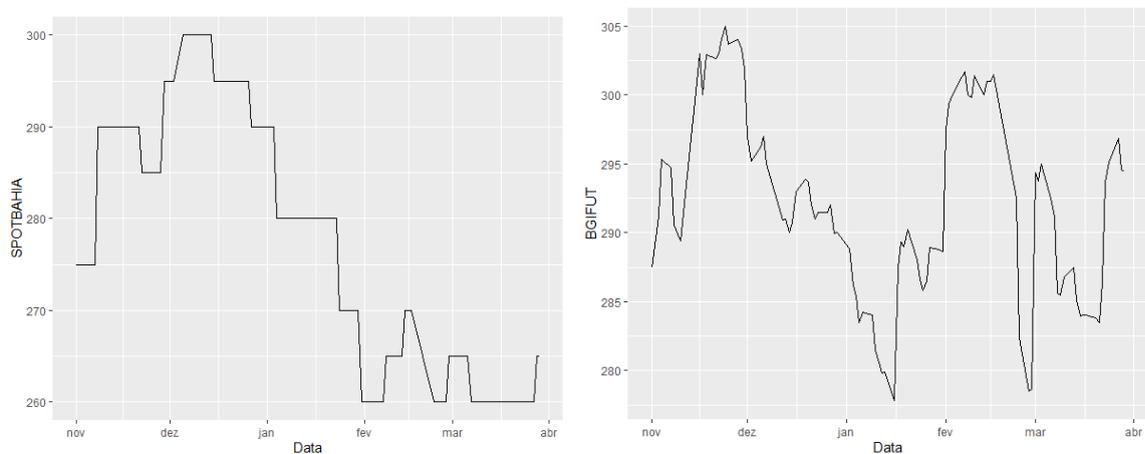
empregado estudo dos resíduos de cada regressão para se medir o grau de ajuste do modelo, os resíduos representam a diferença entre os valores observados e os valores estimados por um modelo, sendo pequenos e aleatórios, indica que o modelo está bem ajustado.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1- ANÁLISE EXPLORATÓRIA DA SÉRIE DE PREÇOS

Inicialmente será demonstrado o comportamento da série histórica de preços no mercado à vista e futuro em nível do período de 01/11/2022 até 29/03/2023. Pode-se constatar que há tendência baixista contínua para ambas as séries de preços, indicando para a não estacionaridade (Figura 1):

FIGURA 1 - Comportamento preço do Boi Gordo no mercado à vista e futuro em nível para o período novembro. /2022 – março/2023



FONTE: Elaboração própria (2023).

Empregando a estatística descritiva da série de preços em nível, é possível observar a média de preços nos dois mercados, tendo o preço à vista em R\$276,87/arroba e, preço futuro em R\$291,96/arroba. O desvio-padrão no mercado à vista apresentou uma dispersão em relação à média de R\$13,94/arroba, o dobro em relação ao valor de R\$6,99/arroba, registrado no mercado futuro (Tabela 1):

TABELA 1 - Estatística descritiva preço à vista e preço futuro em nível R\$/arroba

Estatística Descritiva	Preço à vista	Preço futuro
Mínimo	260,00	277,80
Máximo	300,00	304,95
Média	276,87	291,96
Mediana	280,00	291,17
Desvio Padrão	13,94	6,99
Curtose	1,56	2,01
Assimetria	0,15	0,06
Jarque-Bera	0,01	0,21

FONTE: Elaboração própria (2023).

Para série em retorno(primeira diferença), a média é R\$0,02/arroba para o preço à vista e R\$0,00/arroba para o preço futuro, o que indica não crescimento nem declínio após a transformação. O desvio padrão apresentou um resultado mais estável em relação aos preços em nível, apresentando valores aproximados entre o preço à vista e futuro(Tabela 2):

TABELA 2 - Estatística descritiva retorno do preço à vista e futuro R\$/arroba:

Estatística Descritiva	Retorno do preço à vista	Retorno do preço futuro
Mínimo	-10,00	-10,15
Máximo	15,00	15,70
Média	0,02	0,00
Mediana	0,00	-0,15
Desvio Padrão	3,28	3,38
Curtose	10,80	9,92
Assimetria	0,69	1,57
Jarque-Bera	0,00	0,00

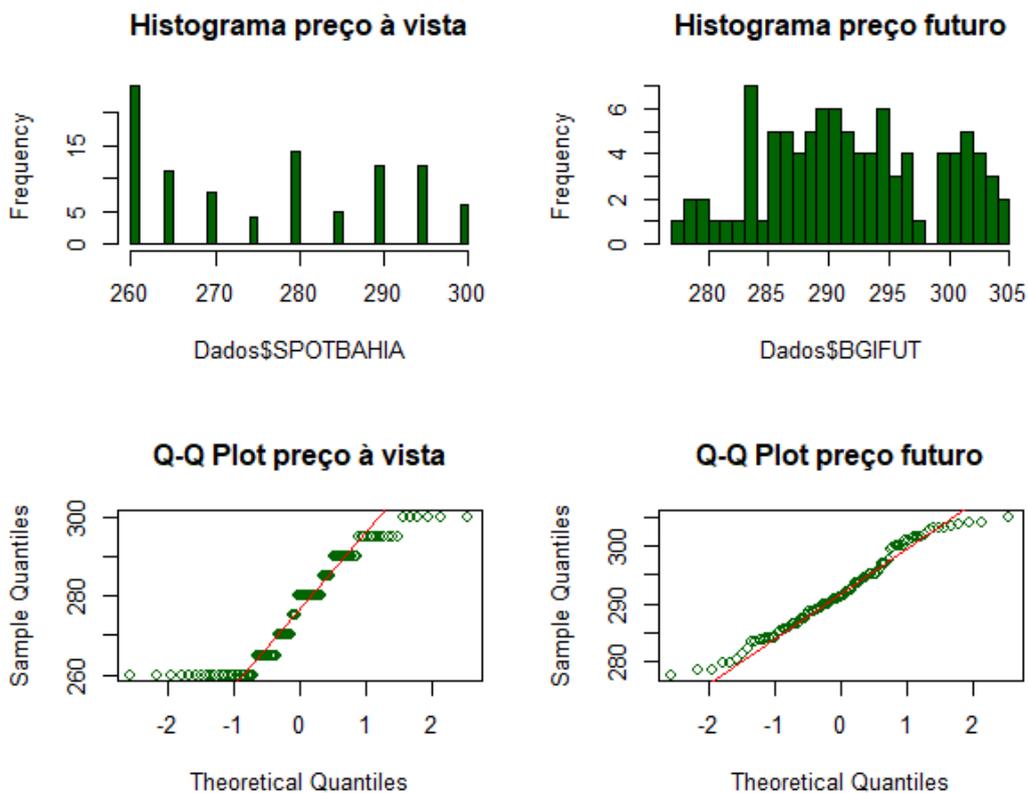
Fonte: Elaboração própria (2023).

No período de análise dos preços em nível, tanto o preço à vista quanto o futuro apontam uma assimetria positiva, indicando que a distribuição é inclinada para direita, o que significa que a cauda da distribuição está mais longa à direita e a maioria dos dados estão concentrados na parte esquerda da distribuição, sendo ambas as séries no período de tempo platycúrtica, tendo curtose menor do que três. Para os preços em retorno, tanto o preço à vista e futuro também apresentam assimetria positiva, se diferenciando apenas na curtose, sendo

leptocúrtica, indicando uma distribuição com concentração maior de dados ao redor da média, com uma maior frequência de valores extremos em relação aos valores esperados. Dessa forma, não se caracteriza uma distribuição normal para ambas as séries de preço em nível e em retorno, pois valores extremos comprometem a distribuição das séries.

Pelo teste de normalidade Jaques-Bera, as séries de preço em nível e em retorno apresentam o mesmo resultado, indicando não normalidade do preço à vista tendo o p-valor menor do que o nível de significância 0,05 e, normalidade para o preço futuro, tendo o p-valor maior que o nível de significância 0,05. Para confirmar a existência de normalidade na série de preços, será aplicado o gráfico QQ- Plot, se os dados forem normalmente distribuídos, os pontos no QQ- Plot devem se alinhar aproximadamente na linha diagonal, se desviarem ou estiverem longe nas extremidades, indica uma não normalidade na distribuição dos dados (Figura 2):

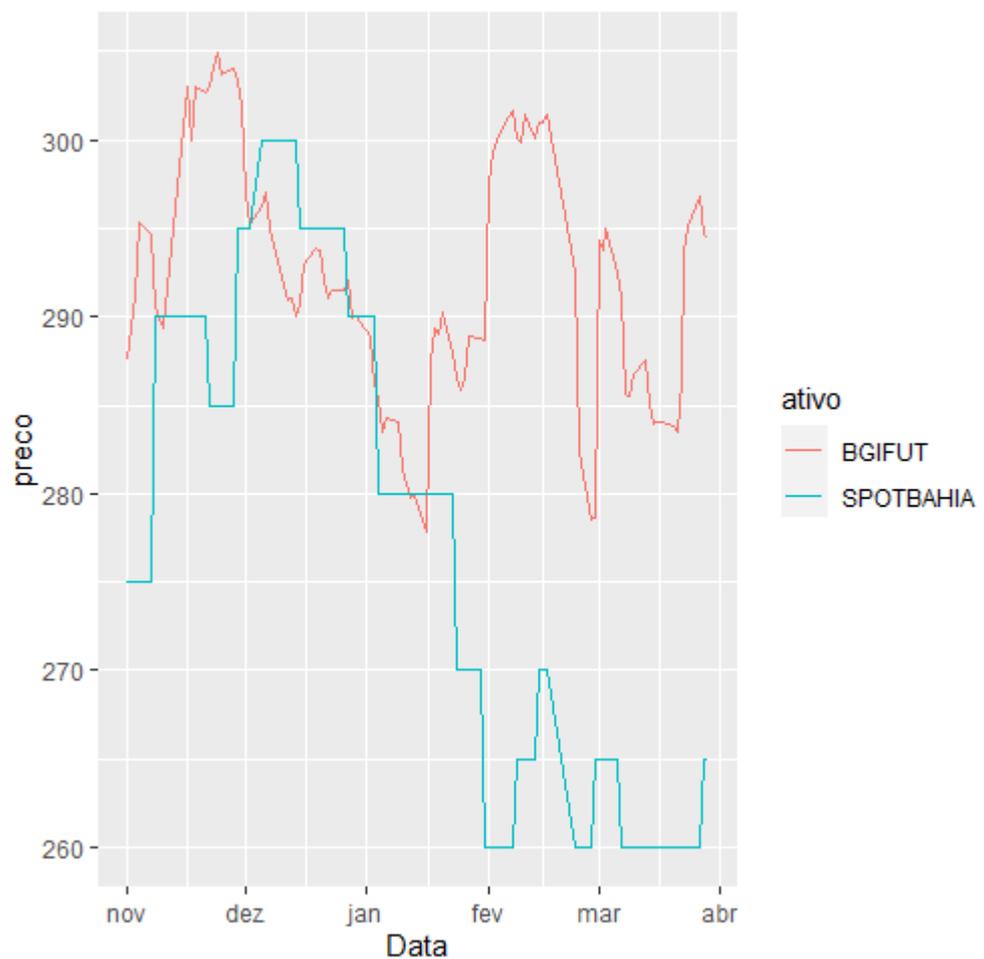
FIGURA 2 - Gráfico QQ plot do preço à vista e futuro junto com o histograma dos preços à vista e futuro



FONTE: Elaboração própria (2023).

. Para o preço à vista e futuro no período de quatro meses, nota-se desvio nas extremidades, tendo pontos significativamente afastados da linha diagonal nas caudas do gráfico, indicando a não normalidade dos dados. Para verificar a presença de autocorrelação nas séries, foi aplicado o teste de Box-Pierce, o resultado para ambas as séries de preço indica a presença de autocorrelação nos dados, tendo o p-valor abaixo do nível de significância 0,05. A autocorrelação nos dados pode ser um problema, pois indica que os valores passados interferem nos valores futuros do modelo, violando o princípio da MQO de independência dos dados.

FIGURA 3 - Comportamento preço do Boi Gordo nos mercados à vista e mercado futuro para o período março/2021 – março/2023



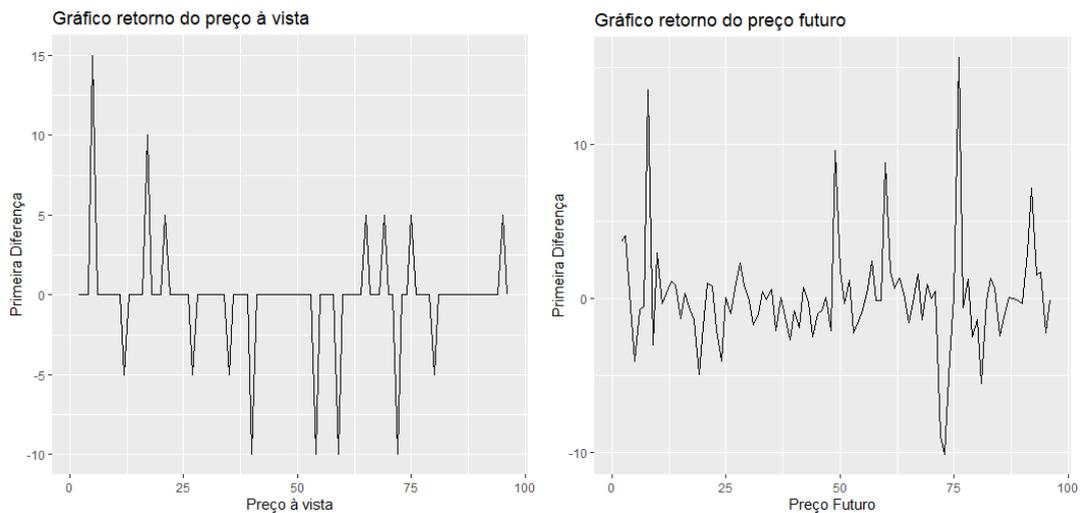
FONTE: Elaboração própria (2023).

O teste de Correlação de Pearson constatou correlação baixa entre as duas variáveis de 17%. Ressalta-se que a correlação entre preços à vista e futuro é condição importante para que o hedge seja efetivo. Outro ponto que se denota no gráfico se encontra no início do ano de

2023, em que se identifica uma forte tendência de baixa para o preço à vista. Para o período analisado, essa variação pode ser explicada pelos embargos da China sobre o boi gordo no início do ano (CEPEA, 2023). A variação do preço à vista neste período de tempo, em relação a janeiro de 2022 ficou negativa em 15,4%, a maior queda entre os meses de janeiro ao longo da série, desde 2010 (CEPEA, 2023).

Antes de iniciar a estimação dos modelos, é necessário verificar a estacionariedade das séries ou – em outras palavras – se o processo estocástico gerador dos dados é um processo estacionário. Um processo estacionário é definido como sendo aquele que oscila em torno de uma média constante, com uma variância igualmente constante (GUJARATI, 2011). Em um primeiro momento, analisou-se o comportamento da série de preços à vista e futuro em retorno (Figura 4):

FIGURA 4 - Comportamento preço do Boi Gordo no mercado à vista e futuro em retorno para o período novembro./2022 – março/2023



FONTE: Elaboração própria (2023).

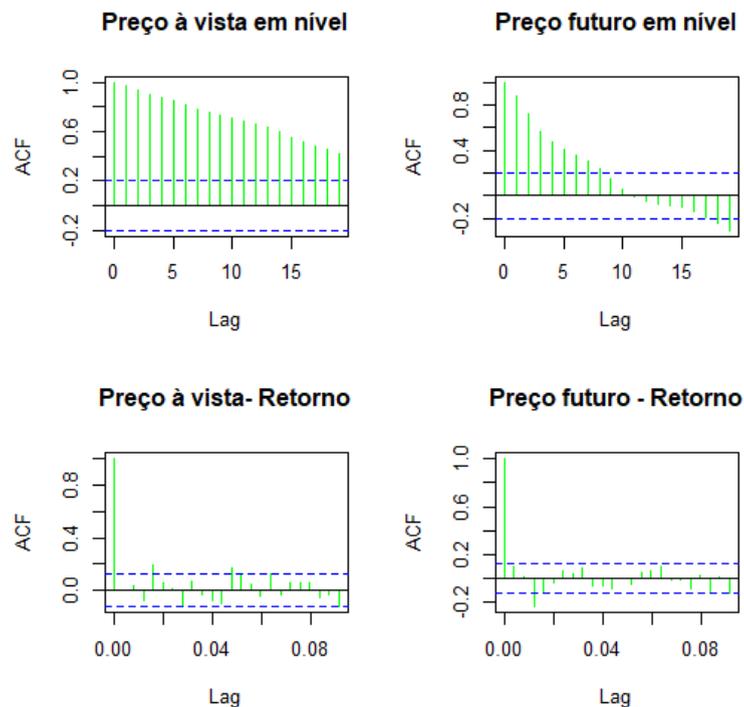
Pode-se constatar a estacionariedade dos preços em retorno, sendo de acordo com teoria de Myers e Thompson (1989) que sugere, caso as séries em nível sejam não estacionárias, não sendo possível utilizá-las para determinar a eficiência e o hedge ótimo, a primeira diferença delas ainda pode ser estacionária.

Para o estudo da estacionariedade na série de preços, é aplicado o teste ACF (*Autocorrelation*). O teste de autocorrelação (ACF) não é especificamente um teste de estacionariedade, mas é frequentemente usado para diagnosticar a estacionariedade de uma

série temporal. O ACF é uma função que mede a correlação entre uma série temporal e suas versões defasadas (ou seja, deslocadas no tempo).

Ao analisar o ACF de uma série temporal, é possível observar se há autocorrelação significativa em diferentes defasagens, se a autocorrelação diminui rapidamente e não há autocorrelação significativa em defasagens maiores, isso pode ser um indicativo de estacionariedade(Figura 5).

FIGURA 5 - Resultado da função de Autocorrelação Amostral (ACF) dos preços à vista e futuro em nível e em retorno



FONTE: Elaboração própria (2023).

A análise dos preços à vista e futuro em nível indica autocorrelação serial e não estacionariedade, para o preço futuro em nível, em uma determinada defasagem a série se aproxima de zero indicando uma menor autocorrelação com o tempo. Em retorno, o problema da autocorrelação é resolvido sendo estacionária para ambas as séries de preço.

O segundo teste de estacionariedade é o ADF (Dickey-Fuller aumentado), em que a hipótese nula é a não estacionariedade dos preços. A análise foi feita em nível e retorno. Para os preços em nível, aponta a aceitação da hipótese nula, indicando que ambas as séries não

são estacionárias, dado a estatística do teste ser maior do que os referidos valores críticos, conforme exposto (Tabela 3):

TABELA 3 - Resultados do teste ADF das séries de preços em nível

Série em nível		Preço à vista	Preço futuro
Estatística do teste		-0,27	-0,40
Valores críticos do teste	1%	-2,58	-2,58
	10%	-1,95	-1,95
	15%	-1,62	-1,62

FONTE: Elaboração própria (2023).

O teste ADF, em retorno, possibilitaram a rejeição da hipótese nula e, portanto, as séries não possuem raiz unitária, assim sendo estacionária em primeira diferença tendo a estatística do teste menor do que os referidos valores críticos, conforme exposto (Tabela 4):

TABELA 4 - Resultados do teste ADF das séries de preços em retorno

Série em retorno		Preço à vista	Preço futuro
Estatística do teste		-6,41	-10,73
Valores críticos do teste	1%	-2,58	-2,58
	10%	-1,95	-1,95
	15%	-1,62	-1,62

FONTE: Elaboração própria (2023).

Com o resultado dos testes, pode-se atribuir um grau de relação de equilíbrio de longo prazo entre as variáveis de preço à vista e preço futuro. Confirmada essa relação, será abordada a estimação dos três modelos para a análise da razão ótima e efetividade do hedge. Resultados da estimação dos três modelos propostas à razão ótima de hedge do Boi Gordo (Tabela 5):

4.2 ESTIMAÇÃO DOS MODELOS

TABELA 5 - Resultado dos três modelos

Equação	Razão Ótima Hedge	Coefficiente de determinação	Teste Durbin-Watson	Teste White
Modelo 1	0,035	0,031	0,059	Heterocedástico
Modelo 2	0,037	0,031	0,059	Heterocedástico
Modelo 3	0,035	0,017	2,06	Homocedástico

FONTE: Elaboração própria (2023).

LEGENDA:

Modelo 1: $p_t = \alpha + \beta f_t + \epsilon_t$

Modelo 2: $\ln p_t = \alpha + \ln \beta f_t + \epsilon_t$

Modelo 3: $\ln \Delta p_t = \alpha + \ln \beta \Delta f_t + \ln \beta \Delta f_{1-6} + \epsilon_t$

O primeiro modelo apresentou o coeficiente de determinação de 3,1% e razão ótima 3,5%. Dado o uso de séries em nível não estacionárias, ocorre a violação das suposições básicas da MQO, que é a homocedasticidade, ou seja, a constância da variância dos erros dado pelo teste de White e, autocorrelação, demonstrado no valor do teste Durbin-Watson próximo de zero. O resultado do primeiro modelo é considerado ineficiente.

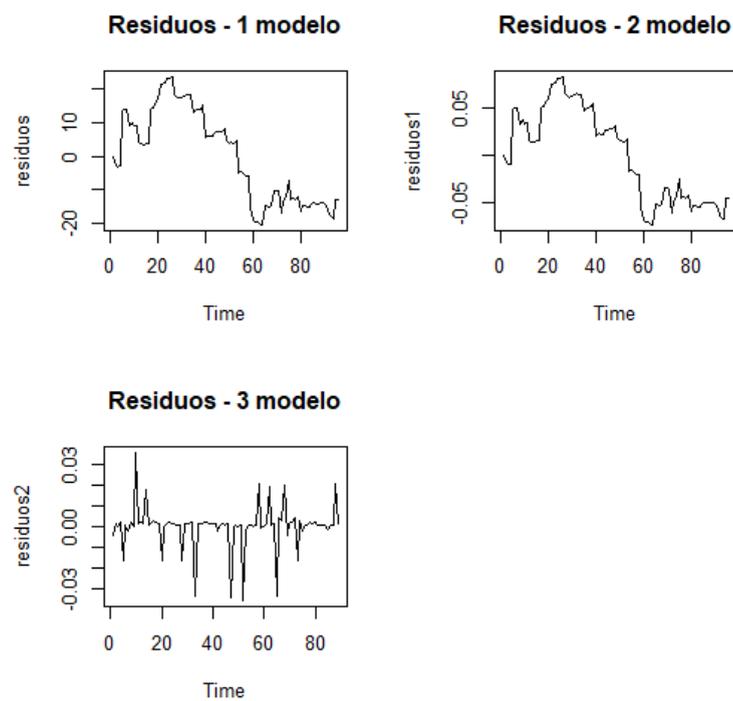
O segundo modelo utilizou séries em logaritmo e atingiu um resultado similar ao primeiro modelo, também violando as suposições da MQO, apresentando problema de autocorrelação e heterocedasticidade, dado o teste de Durbin-Watson e White. O resultado sinaliza baixa efetividade em 3,1% tendo a razão ótima em 3,7%. O modelo também é ineficiente para a estimação da regra ótima de hedge, dado o grau de ajuste.

O terceiro modelo foi estimado com a série de preços logaritmo na primeira diferença com seis defasagens na variável explicativa, atendendo a característica da estacionariedade. A razão ótima ficou na média entre os três modelos em 3,5%, com uma efetividade medida pelo coeficiente R^2 , de 1,7%. Apesar do terceiro modelo ter apresentado menor efetividade, ele é o que mais se adequa aos princípios do MQO, indicando o resultado mais ajustado devido ao melhor grau de ajuste, considerando menores resíduos, corrigindo o problema de autocorrelação e heterocedasticidade, demonstrado pelo teste Durbin-Watson e White. O modelo está de acordo com o proposto por Myers e Thompson (1989), que observaram a limitação dos modelos de regressão das séries de preços em nível, tendo como base para

resultados mais eficientes, a transformação das séries em estacionárias na primeira diferença com adição de defasagem.

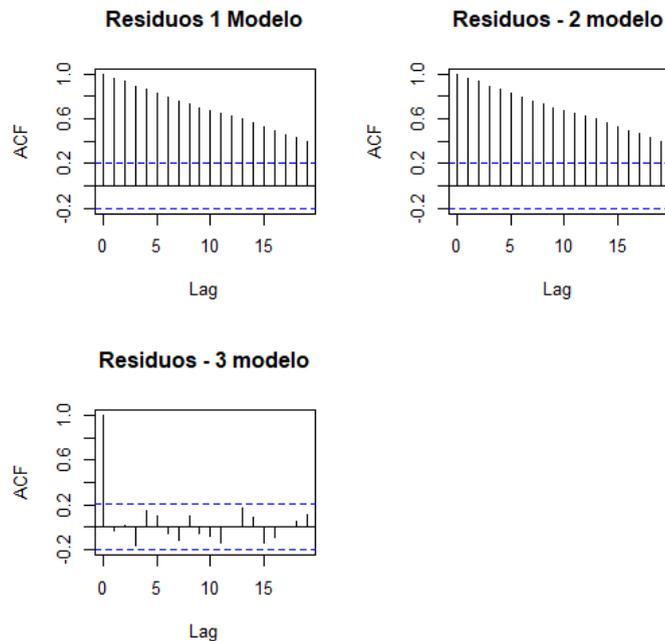
A fim de verificar os problemas de autocorrelação nos modelos para além da estatística de Durbin-Watson, serão apresentados o gráfico dos resíduos e o referido teste ACF empregado, confirmando o problema de autocorrelação nos resíduos no primeiro e segundo modelo, sendo corrigido apenas no terceiro (Figura 6 e 7):

FIGURA 6 - Gráfico dos resíduos dos três modelos propostos



FONTE: Elaboração própria (2023).

FIGURA 7 - Gráfico do teste ACF empregado nos resíduos dos três modelos propostos



FONTE: Elaboração própria (2023).

O resultado do terceiro modelo sugere que, na fase do planejamento, como medida para proteção da receita por parte do pecuarista, o analista financeiro poderia montar uma posição vendida no mercado futuro com cerca de 3,5% de contratos futuros em relação à produção física esperada. Como resultado, conseguiria atingir a redução do risco de preço de cerca de 1,7%. Para o analista financeiro montar a operação, seria utilizada a fórmula descrita por John C Hull, em que o número ideal de contratos é dado pela multiplicação da razão ótima de hedge com a quantidade da posição à vista, dividido pelo tamanho do contrato referente ao preço futuro. Considerando a montagem da operação no início do período selecionado para mil unidades de Boi Gordo, com tamanho da posição à vista em R\$250,00/arroba e, tamanho do contrato futuro em R\$287,50/arroba. O total necessário seria a venda de aproximadamente 31 contratos em bolsa.

$$\left(\frac{0,035*250,00}{287,50}\right)1000= 30,43$$

Montando a operação, o pecuarista teria exigências dos termos do contrato, como ter o ativo/objeto físico para ser entregue no preço determinado na data de vencimento, durante os dias da rodagem da operação, uma margem de garantia seria exigida pela casa de custódia (B3) tendo, além do custo da montagem do contrato como corretagem e emolumentos, o custo

da margem de garantia perante o fechamento diário. Vale ressaltar que a distância geográfica torna o custo de frete (risco de base) da Bahia para o preço negociado em bolsa elevado, chegando a 4% no início do período em novembro e 16% durante períodos mais extremos, como no mês de março. Dessa forma, conclui-se que o custo de oportunidade para determinada região seria a não montagem da operação, considerando também os custos envolvidos com a baixa efetividade estimada.

5 CONCLUSÃO

O trabalho investigou se a operação de hedge utilizando contrato futuro de Boi Gordo na B3 foi efetiva para mitigar o risco financeiro do pecuarista, dado que a produção bovina acarreta em diversos desafios como ciclo pecuário, condições climáticas e aumento dos custos de produção. Assim, se estimou a equação de hedge para região do Nordeste através da série temporal do preço à vista negociado na BA, praça de Salvador e, preço futuro negociado na B3. Foram precedidas a estimação de três modelos de regressão para chegar na razão ótima de hedge e efetividade do contrato.

Dentre os três modelos, o que apresentou melhor eficiência para a análise foi o terceiro modelo utilizando regressão em logaritmo na primeira diferença com seis defasagens na variável explicativa, pois – em vista dos demais – corrigiu o problema de autocorrelação dos resíduos, possibilitando uma análise mais confiável perante a base de dados. Os resultados do modelo mostraram que a razão ótima para o boi gordo é de 3,5%, ou seja, a cada 100% de variação no preço futuro o preço à vista varia 3,5%. A efetividade, por sua vez, foi calculada a partir da correlação ao quadrado do preço à vista e futuro. O resultado dado o terceiro modelo indica uma efetividade de 1,7% para o Boi gordo.

Dessa forma, a estratégia de hedge pode ser considerada pouco satisfatória pela região estudada para a gestão de risco do pecuarista. O baixo resultado para a região da Bahia, praça de Salvador, pode se justificar pela base de dados coletada na B3 referente ao preço futuro, em que apresenta um desvio padrão baixo, trazendo baixa volatilidade com preços constantes em períodos longos de tempo, tendo em contrapartida um desvio padrão maior na base de dados do preço à vista coletado na Seagri, em que se observa uma alta volatilidade. Essa característica da base de dados se reflete em uma baixa correlação de ambas as séries de preço no período selecionado, afetando a estimação de hedge, assim, refletindo em um custo alto de

frete (risco de base). Desse modo, é possível concluir que quanto maior a proximidade entre o produto a ser comercializado no mercado físico e o produto especificado no contrato futuro, maior será a correlação entre as mudanças no preço à vista e futuro, assim, possibilitando em uma maior efetividade de hedge (MARTINS; AGUIAR, 2004).

Uma das limitações do estudo consiste no fato de ele abordar o caso estático do hedge, sendo que, para alcançar o caso dinâmico, devem-se abordar métodos autorregressivos com heterocedasticidade condicional generalizada, como ARCH e GARCH, para corrigir integralmente o problema de heterocedasticidade. Portanto, sugere-se que o tema aqui proposto seja abordado sob outras perspectivas em relação ao caso do hedge dinâmico, como também em regiões brasileiras diferentes.

REFERÊNCIAS

- CARIELE,S; MAIA,S. **A efetividade ótima de hedge estática e dinâmica para o açúcar e etanol e seus impactos sobre o setor sucroalcooleiro na região Nordeste.** Universidade Federal da Paraíba, 2016
- CVM. Glossário. 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/cvm/pt-br> .
- DINIZ, A.; MAIA, S. **Razão ótima efetividade do hedge no setor sucroalcooleiro e perspectivas para o renovabio.** 20p. Artigo (Congresso Sober). Universidade Federal da Paraíba, 2019
- GUERRA,R; DORR, A; COSTA, M; FREITAS, C. **A efetividade e a razão ótima de razão ótima de hedge para a soja para a soja na praça de Tupanciretã.** 12p. Indic.FEE, Porto Alegre, 2013.
- GUJARATI, D. N.; PORTER, D. C. **Econometria básica.** 5 ed. Porto Alegre: AMGH, 2011. 924 p.
- HULL, J. **Opções futuras e outros derivativos.** 9 ed. Porto Alegre: Ed Bookman, 2016.
- IBGE. O rebanho bovino bateu recorde e chegou a 224 milhões de cabeças. 2021. Disponível <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/34983-em-2021-o-rebanho-bovino-bateu-recorde-e-chegou-a-224-6-milhoes-de-cabecas>
- IBGE. Produção agropecuária. 2021. <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/>
- LINO, F. Fatores que afetam a oferta do boi do boi gordo para o abate. 2021. Disponível em: <https://www.irancho.com.br/fatores-que-afetam-a-oferta-de-boi-gordo-para-o-abate/>
- MAPA. Ministério da agropecuária, pecuária e abastecimento. **Nota à imprensa 2022.** Disponível em: [Nota à Imprensa - Portal Gov.br](#)
- MARTINS, A; AGUIAR,D. **Efetividade do hedge de soja em grão brasileira com contratos futuros de diferentes vencimentos na Chicago Board of Trade.** Revista Economia e agronegócio. 24 p, 2004.
- MYERS, R ;THOMPSON, S. **Generalized Optimal Hedge Ratio Estimation.** Oxford University Press. American Journal of Agricultural Economics. 11p. 1989.
- NETO, O. O. **Análise das operações de hedge e boi gordo no mercado futuro da BM & F para o estado de Goiás.** 2008. 96 p. Dissertação (Mestrado em Economia) - Universidade Federal Goiás, Goiânia, 2008.

PIMENTEL, L. A história do boi gordo- ciclos pecuários. **Beefpoint**. 2011. Disponível em : <https://www.beefpoint.com.br/a-historia-do-boi-gordo-ciclos-pecuarios-73696/> .

SEAGRI. Preço à vista boi Gordo – Salvador. 2023. Disponível em: <http://www.seagri.ba.gov.br/> .

QUEIROZ, T. Bahia ganha destaque na criação de bovinos; Nelore é raça predominante. 2023. Disponível em: <https://www.boidouradopremium.com/post/bahia-ganha-destaque-na-cria%C3%A7%C3%A3o-de-bovinos-nelore-%C3%A9-ra%C3%A7a-predominante#:~:text=A%20ra%C3%A7a%20predominante%20no%20oeste,carne%20e%20o%20cruzamento%20industrial.>

APÊNDICE A

CONTRATO FUTURO DE BOI GORDO COM LIQUIDAÇÃO FINANCEIRA

– Especificações –

1. Objeto de negociação: Bovinos machos, com 16 (dezesseis) arrobas líquidas ou mais de carcaça e idade máxima de 42 (quarenta e dois) meses.

2. Negociação e liquidação: O contrato é admitido à negociação no mercado de bolsa administrado pela B3 e liquidado na Câmara de Compensação e Liquidação da B3 pelo módulo de liquidação, pelo saldo líquido multilateral.

3. Unidade de negociação: 330 (trezentas e trinta) arrobas líquidas.

4. Cotação: Reais por arroba líquida, com duas casas decimais, excluída a Contribuição Especial da Seguridade Social Rural (CESSR).

8. Data de vencimento e último dia de negociação: ocorrem no último dia útil do mês de vencimento.

9. Ajuste Diário: As posições em aberto ao fim de cada sessão de negociação serão ajustadas com base no preço de ajuste do dia, com movimentação financeira no dia útil subsequente.

- Ajuste das operações realizadas no dia $AD = (PA_t - PO) \times 330 \times n$.
- Ajuste das posições em aberto no dia anterior $AD = (PA_t - PA_{t-1}) \times 330 \times n$

Onde:

- AD = valor do ajuste diário;
- PA_t = preço de ajuste do dia;
- PO = preço da operação;
- n = número de contratos;
- PA_{t-1} = preço de ajuste do dia anterior.

O valor do ajuste diário (AD), se positivo, será creditado ao comprador e debitado ao vendedor. Caso o cálculo apresente valor negativo, será debitado ao comprador e creditado ao vendedor.