

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE ECONOMIA RURAL

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

KAIO EXPEDITO RODRIGUES QUEIROZ

**UTILIZAÇÃO DO *HEDGE* COM CONTRATOS FUTUROS DA B3 PARA O BOI
GORDO PRODUZIDO EM MATO GROSSO, BRASIL.**

VIÇOSA - MINAS GERAIS,

2022

KAIO EXPEDITO RODRIGUES QUEIROZ

**UTILIZAÇÃO DO *HEDGE* COM CONTRATOS FUTUROS DA B3 PARA O BOI
GORDO PRODUZIDO EM MATO GROSSO, BRASIL.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como
requisito para obtenção de título de Bacharel em
Agronegócio pelo Departamento de Economia Rural
da Universidade Federal de Viçosa – DER/UFV.

Orientador: Prof. Janderson Damaceno dos Reis

VIÇOSA - MINAS GERAIS,

2022

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus pela Santa e Divina Luz em todos os momentos! E a Nossa Senhora de Aparecida pelas interseções! Ao meu Anjo da Guarda e São Miguel Arcanjo pelos livramentos! A Santa Rita de Cássia, Santa Terezinha, Santo Expedito, Santa Catarina de Alexandria, São Bento e São Padre Pio por rogarem junto a Deus nos meus pedidos!

A vovó Lourdes (*in memoriam*) eterna gratidão por ter despertado em mim o desejo de estudar, sem ela nada teria acontecido! A minha mãe Vicentina, meu pai Alexandre, meus avós Terezinha e Manoel e a minha madrinha Andreia agradeço por todo suporte! Aos meus amigos Igor, Diego Landim, Yan, Glacilene, Nilda, tia Doro, Kátia Amorim, Karinne, Rosi, Ana, Mateus, Lívia e ao grupo Jovens Seguidores de Cristo minha gratidão!

Aos professores e a toda equipe das escolas municipais de Itaú de Minais – MG Dr. Cristiano Machado e Engenheiro Jorge Olivia, ao colégio Educ, ao Descomplica, a Redação Online e ao Mais Línguas meus agradecimentos por terem alicerçado meu conhecimento!

Nas pessoas de Cassiana, Mirian e Myrna agradeço a toda equipe do Departamento de Economia Rural (DER) e em nome dos meus orientadores na graduação professor Janderson, professor Marcelo Braga e professor Mateus Neves agradeço a todo o corpo docente do DER!

Ao Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC/UFV), a Coordenadoria de Educação Aberta à Distância (CEAD), ao Projeto Cooperativismo SAF/UFV e ao Instituto de Políticas Públicas e Desenvolvimento Sustentável (IPPDS) agradeço a oportunidade de poder concretizar a aprendizagem adquirida nas salas de aula!

“Vinde a mim, vós todos que estais aflitos sob o fardo, e eu vos aliviarei” (Mt, 11, 28).

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi escrito na modalidade de artigo científico e segue a formatação da Revista de Economia e Agronegócio (REA) do Departamento de Economia Rural da Universidade Federal de Viçosa.

**UTILIZAÇÃO DO *HEDGE* COM CONTRATOS FUTUROS DA B3 PARA O BOI
GORDO PRODUZIDO EM MATO GROSSO, BRASIL.**

**USE OF HEDGE WITH B3 FUTURES CONTRACTS FOR FED CATTLE
PRODUCED IN MATO GROSSO, BRAZIL.**

RESUMO

O Brasil ocupa posição estratégica na pecuária bovina, classificada como *commodity* agrícola, o preço do boi gordo apresenta riscos derivados dos mercados interno e externo, eventos ambientais, sanitários e econômicos. O estudo teve como objetivo mensurar a razão ótima de *hedge* e sua efetividade na mitigação dos riscos financeiros da pecuária no estado de Mato Grosso, Brasil. Para tanto, fez uso do método da mínima variância, para os preços à vista adotou as cotações do Instituto Mato-Grossense de Economia Agropecuária e os preços futuros foram obtidos junto a Brasil, Bolsa e Balcão, o período analisado compreende 1º de novembro de 2016 e 31 de outubro de 2021. Os preços futuros foram superiores aos preços à vista, caracterizando assim um enfraquecimento de base, a variabilidade da diferença foi mais intensa nos anos 2017, 2020 e 2021, como consequência da operação Carne Fraca e da pandemia da COVID-19. Das quinze mensurações da razão ótima de *hedge* apenas três apresentaram significância estatística (teste *t*) na mitigação dos riscos, tendo os contratos futuros baixa eficiência para a pecuária de Mato Grosso.

Palavras-chave: Pecuária; Preços; Riscos; *Hedge*.

ABSTRACT

Brazil occupies a strategic position in livestock, classified as an agricultural commodity, the price cattle fed presents risks derived from domestic and foreign markets, environmental, sanitary, and economic events. The study aimed to measure the optimal hedge ratio and its efficiency in mitigating financial risks of livestock in the state of Mato Grosso, Brazil. For that, it used the minimum variance method, for spot prices it adopted the quotations from the Mato Grosso Institute of Agricultural Economics futures prices were obtained from Brasil, Bolsa and Balcão, the analyzed period comprises November 1, 2016 and October 31, 2021. Futures prices were higher than spot prices, thus characterizing a weakening of the basis, the variability of the difference was more intense in the years 2017, 2020 and 2021, as a consequence of the Carne Fraca operation and the COVID-19 pandemic. Of the fifteen measurements of the optimal hedge ratio, only three showed statistical significance (t test) in risk mitigation, while futures contracts having low efficiency for livestock in Mato Grosso.

Keywords: Livestock; Prices; Risks; Hedge.

Código JEL: Q13.

1. INTRODUÇÃO

De acordo com o Departamento de Agricultura dos Estados Unidos – *United States Department of Agriculture, USDA* – (2022) no ano de 2020 o rebanho mundial de bovino com finalidade comercial alcançou 983 milhões de cabeças. No mesmo ano a produção atingiu 57,66 milhões de toneladas (ton.), foram os principais produtores os Estados Unidos (22%), o Brasil (18%), a União Europeia (12%), a China (12%) e a Argentina (6%). O país norte-americano também liderou o consumo com 12,5 milhões de ton., em sequência está a China (9,5 milhões

de ton.), o Brasil (7,6 milhões de ton.), a União Europeia (6,5 milhões ton.) e a Argentina (2,3 milhões de ton.).

No comércio internacional são negociados tanto animais vivos como abatidos. A segunda forma é predominante perante a primeira sendo transacionadas carnes *in natura*, processada e miudeza. Ao todo, em 2020, foram exportadas 11,24 milhões de ton. e importadas 9,7 milhões ton., sendo o Brasil, a Austrália e os EUA os maiores vendedores com 23%, 13% e 12% do mercado respectivamente, já os maiores compradores foram, em ordem decrescente, China (29%), EUA (16%) e Japão (9%) (USDA, 2022).

De acordo com o Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (CEPEA) e a Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil (CNA) (2022) o setor pecuário representou por 8,1% do produto interno bruto (PIB) brasileiro no ano de 2020. A bovinocultura de corte pertence ao setor pecuário e sua cadeia produtiva é composta pelos elos: insumo, produção, frigoríficos, varejo e consumidores finais, o principal produto é a carne, havendo, também, coprodutos como, por exemplo, couro e ossos que são usadas em outras atividades produtivas.

No elo de insumo estão os medicamentos, as vacinas, a nutrição animal etc., além dos serviços de apoio de veterinários, zootecnistas, agrônomos e outros profissionais. As atividades desenvolvidas pelos pecuaristas nas propriedades caracterizam a produção. Os frigoríficos realizam o papel da agroindústria e do atacado com o abate e a distribuição de carnes, no setor de varejo estão os supermercados, os açougues e as butiques de carnes e nos consumidores estão as famílias e os estabelecimentos como churrascarias, restaurantes, hotéis e redes de *fast food*.

A bovinocultura possui o ciclo do nascimento ao abate mais duradouro do que avicultura e suinocultura de corte, além disso, ele é dividido em três fases conforme a idade, o peso e a finalidade do gado. Os produtores podem exercer o ciclo completo realizando conjuntamente as três fases ou se especializando em uma ou duas delas, a atividade também pode ser praticada

em consórcio com outras culturas agrícolas e florestais por meio dos sistemas de integração como lavoura-pecuária-floresta (ILPF), lavoura-pecuária (ILP) e pecuária-floresta (IPF).

De acordo com o Censo Agropecuário de 2017 o Brasil contabiliza 5,07 milhões de estabelecimentos rurais, desses 2,55 milhões são destinados a criação de bovinos. O Centro-Oeste tem 280.500 propriedades e concentra 35% do rebanho, o Norte apresenta 280.500 estabelecimentos e abriga 20% do gado, o Sudeste possui 459.000 propriedades e 18% do rebanho, o Sul tem 357.000 estabelecimentos e 14% do gado, já o Nordeste registra 829.500 propriedades e 13% do rebanho (IBGE, 2017).

No ano de 2018 havia no Brasil 431 frigoríficos credenciados no serviço inspeção federal (SIF), ou seja, unidades aptas a realizar o comércio externo, sendo distribuídas regionalmente da seguinte forma 155 agroindústrias no Sul, 113 no Sudeste, 94 no Centro-Oeste, 49 no Norte e 20 no Nordeste (MAPA, 2018, apud FERREIRA; VIEIRA FILHO, 2019). Em 2020, a produção de carne bovina em estabelecimentos com SIF totalizou 5,98 milhões de ton., onde 2,01 milhões foram exportadas nas formas de *in natura* (86%), miúdos (7%), industrializadas (6%) e tripas (1%) (ABIEC, 2022; IBGE, 2022).

A carne bovina é classificada como uma *commodity* agrícola, logo seus preços são sensíveis a eventos nos mercados internos e externos, com destaque para crises sanitárias, ambientais e econômicas, além do desempenho dos mercados de carnes suína e aves, instabilidade na quantidade de animais prontos para o abate, número de matrizes em reprodução, preços dos animais de reposição, produção e comércio nos principais *players*, poder de compra das famílias, entre outros.

Uma das formas de mitigar a volatilidade de preços são os contratos futuros de *commodities*, entre os contratos futuros disponibilizados pela companhia Brasil, Bolsa, Balcão (B3) está o contrato futuro de boi gordo (BGI), nele são negociados 330 arrobas (@) de bovinos, machos, com idade máxima de 42 meses e peso mínimo de 16 @/animal, a cotação não inclui

a Contribuição Especial da Seguridade Social Rural (CESSR), o preço de ajuste ocorre com base no indicador Cepea/B3 e os vencimentos ocorrem no último dia útil do mês de vencimento, podem haver liquidação em todos os meses do ano (B3, 2017).

Os *traders* que negociam contratos futuros BGI's oferecidos pela B3 são instituições financeiras, agentes não residentes no Brasil, investidores institucionais, pessoas jurídicas não financeira e pessoas físicas. Esses últimos comerciantes possuem participação majoritária perante os demais, especificamente no ano de 2020 sua participação representou 58% (B3, 2021).

Diante do cenário exposto, o presente estudo indagou a seguinte questão: Qual é a razão ótima da utilização dos contratos futuros oferecidos pela companhia Brasil, Bolsa e balcão (B3) como mecanismo para a mitigação dos riscos de preço do boi gordo produzido no estado de Mato Grosso, Brasil? A limitação geográfica para o estado mato-grossense justifica-se na relevância da região Centro Oeste na pecuária de corte descrita em parágrafos anteriores e no fato do estado ser o maior produtor de carne bovina produzida em frigoríficos com SIF e ser o segundo maior exportador estando atrás apenas de São Paulo (ABIEC, 2022; IBGE, 2022).

O objetivo geral é mensurar a razão ótima de *hedge* e sua efetividade na mitigação dos riscos financeiros da pecuária no estado de Mato Grosso, Brasil, entre novembro de 2016 a outubro de 2021. Como hipótese geral tomou-se que o *hedge* é um mecanismo eficaz na minimização dos riscos de preços para a pecuária mato-grossense. Para averiguar a afirmativa, objetivou-se especificamente: I) Levantar as séries de preços do boi gordo junto a B3 e ao Instituto Mato-Grossense de Economia Agropecuária (Imea), II) Analisar estatisticamente as séries de preço do boi gordo da B3 e do IMEA; III) Calcular o risco de base; e IV) Mensurar a razão ótima de *hedge*.

Espera que os resultados deste trabalho contribuam para a discussão sobre a utilização do *hedge* na cadeia produtiva de carne bovina do estado de Mato Grosso através dos contratos

futuros da B3. Além disso, a pesquisa analisa um período que engloba diversos eventos desafiantes ao mercado como a operação Carne Fraca de 2017, a peste suína africana que acometeu a China e a pandemia da Covid-19.

Além desta seção inicial, este trabalho é confeccionado pelas seções 2, 3, 4, 5 e 6 onde são apresentados o referencial teórico e bibliográfico, a metodologia, os resultados e discussões, as conclusões e as referências, respectivamente.

2. REFERENCIAL TEÓRICO E BIBLIOGRÁFICO

Os contratos de derivativos surgiram como um mecanismo para mitigar os riscos oriundos da volatilidade dos preços, onde as mercadorias são negociadas para uma determinada data futura. Os acordos são disponibilizados tanto no mercado de bolsas como no de balcão havendo três tipos comerciantes (*traders*) com diferentes objetivos, são eles: os *hedgers*, especuladores e arbitradores, os primeiros buscam mitigar os riscos tomando posições opostas nos mercados futuro e à vista, os segundos almejam ganhos com as variações, os terceiros atuam em dois ou mais mercados a fim de obter lucro com risco tendendo a zero (HULL, 2016).

Os contratos de compra e/ou venda oferecidos pela bolsa são padronizados por ela, além disso, essa instituição atua como intermediária através da câmara de compensação¹ registrando todas as transações. Os *traders* são representados por corretoras devidamente credenciadas e quando desejam atuar eles contatam seus corretores informando-lhes a mercadoria, o preço e a posição que desejam assumir, quando essa ordem encontra uma contraparte é firmado o contrato cabendo as duas partes depositarem a margem inicial nas suas respectivas contas de margem. Entre a data de celebração e liquidação os preços sofrem variações, sendo os ganhos (ou perdas)

¹ Outras denominações são: câmara de liquidação, *clearing house* ou *clearing*.

creditados (ou debitados) na conta de margem conforme a posição do *trader* através do ajuste diário (HULL, 2016).

Já os contratos a termo de compra e/ou venda são realizados em balcão (*over-the-counter*, OTC) e têm suas características definidas em negociação entre as partes, com a finalidade de evitar o risco de crédito existem as contrapartes centrais (CCP's) e/ou a compensação bilateral que atuam como intermediárias dos contratos firmados e exigem das partes uma margem como forma de garantia. Destaca-se que os contratos a termo têm baixa liquidez quando comparado com os contratos de bolsa, devido a sua característica de ser customizado entre as partes (HULL, 2016).

As mercadorias protegidas pelos *hedgers* podem tanto serem as mesmas nos mercados futuros e a vistas, como também diferentes desde que os preços possuem associação entre si, essa última ação é denominada de *cross hedging*, ou cobertura cruzada. Um *hedge* é considerado perfeito quando elimina 100% os riscos envolvidos, porém, na prática, isso dificilmente ocorrerá, logo o *trader* buscará uma alternativa que mitiga ao máximo as possibilidades de perdas (HULL, 2016).

Há dois tipos de *hedge*, o primeiro é o *hedge* de venda (*short*) que é usado quando o agente possui o bem no mercado físico e o venderá em data futura ou, ainda, quando o *trader* não possui a mercadoria, mas a possuirá no futuro, os agropecuaristas, indústrias exportadoras utilizam esse tipo de operação tomando posição vendida no contrato. O segundo é o *hedge* de compra (*long*) que consiste no uso quando o objetivo é assegurar o preço da mercadoria a ser adquirida no futuro, isto é, a posição futura no contrato é comprada, as agroindústrias que desejam garantir os preços dos insumos e importadoras tomam esse contrato (HULL, 2016).

Há na literatura estudos que avaliam a utilização do *hedge* na bovinocultura de corte. Oliveira Neto e Figueiredo (2008) analisaram o mecanismo na pecuária no estado de Goiás com preços praticados entre janeiro de 1997 e outubro de 2007. Os autores calcularam a base, bem

como seu risco, organizaram os preços em séries temporais e aplicaram os seguintes métodos: teste Dickey-Fuller Aumentado (ADF), teste de Durbin-Waston (DW), critério de informação Akaike (ACI) e critério de informação de Schwarz (CIS). Além disso, os autores escolheram o modelo formalizado por Myers e Thompson para estimar a razão ótima de *hedge* e sua efetividade, sendo acrescentado uma variável *dummy* para averiguar se há diferenças nos períodos safra e entressafra.

Outro estudo que também tomou como referência os preços dos bois gordos produzidos no estado goiano foi realizado por Correa et al. (2014), esses autores avaliaram o comportamento dos preços entre janeiro/2008 e dezembro/2012 com o cálculo da base. Já Gaio e Capitani (2019) analisaram a eficiência do contrato futuro da B3 para sete praças brasileiras, são elas: Cuiabá (MT), Campo Grande (MS), Dourados (MS), Goiânia (GO), Rio Verde (GO), Araçatuba (SP) e noroeste do Paraná, durante janeiro/2012 e setembro/2016, sendo empregado dois tipos de estimativas para o *hedge*, a estática e a dinâmica.

Oliveira Neto, Figueiredo e Machado (2021) verificaram a efetividade do *cross hedging* através da utilização dos contratos futuros do boi gordo da bolsa brasileira nas cotações da pecuária do Paraguai entre 02/janeiro/2012 e 29/maio/2015. Os autores dividiram a série em dois períodos, o primeiro, denominado dentro da amostra, correspondeu aos preços praticados entre 02/01/2012 e 30/12/2014, já o segundo, estabelecido como fora da amostra, foi formado pelas cotações ocorridas entre 02/01/2015 e 29/05/2015. De acordo com os autores os testes dentro da amostra apresentam resultados com os riscos já estimados, por outro lado nos testes fora da amostra explicitam resultados mais robustos uma vez que é baseado na previsão de mitigação de riscos.

3. METODOLOGIA

Segundo as classificações de Gil (2002) o presente estudo tem natureza metodológica aplicada, com abordagem quantitativa, objetivo explicativo, estratégia de documentação indireta com a utilização de dados secundários.

3.1. FONTE DE DADOS E AMOSTRA

Os preços futuros (PF) foram obtidos junto a Brasil, Bolsa, Balcão (B3), na análise usou o preço médio negociado (*trade average price*) calculado pela companhia. Os preços à vista (PS) foram disponibilizados pelo Instituto Mato-Grossense de Economia Agropecuária (Imea), sendo referentes as cotações médias praticadas em todo o estado de Mato Grosso. Ambos os preços (PF e PS) têm frequência diária e são cotados em reais por arroba (R\$/@), na análise manteve-se essas características.

Cabe ressaltar que a B3 disponibilizou dados sobre os contratos futuros de *commodities* praticados no período de 1º de setembro de 2016 até o dia 12 de maio de 2022, neste período foram negociados 832.351 contratos BGI's, sendo os principais meses de vencimento outubro (32%) e maio (15%). Devido a significância do mês de outubro para os contratos, limitou-se a análise para esses vencimentos e estabeleceu o período de 1º de novembro de 2016 a 31 de outubro de 2021, ao todo foram utilizadas 1.121 cotações diárias de ambos mercados (físico e futuro). O tamanho da amostra é semelhante aos trabalhos de Correa et al. (2014) e de Gaio e Capitani (2019) citados na seção 2.

As séries de PF e PS foram separadas conforme o ano de vencimento dos contratos, para isso fez uso de cinco objetos, sendo eles: V17, V18, V19, V20 e V21 que retratam os preços referentes aos contratos com vencimento para outubro de 2017, 2018, 2019, 2020 e 2021, respectivamente. A tabela 1 demonstra o período de vigência do contrato, o total de dias de negociação e o número de acordos estabelecidos.

Tabela 1: Contrato, período de vigência, dias de negociação e quantidade total de acordos estabelecidos

Contrato	Vigência	Dias de negociação	Total de acordos realizados
V17	01/11/2016 a 31/10/2017	218	47.786
V18	01/11/2017 a 31/10/2018	231	17.685
V19	01/11/2018 a 31/10/2019	229	21.891
V20	01/11/2019 a 31/10/2020	234	65.112
V21	01/11/2020 a 31/10/2021	209	86.475

Fonte: dados da pesquisa

3.2. PROCEDIMENTOS

No primeiro momento examinou as séries através das seguintes técnicas estatísticas média e moda (medidas de posição), amplitude, desvio-padrão e o coeficiente de variação (medidas de variação) e mensurou a associação linear entre PF e PS com o coeficiente de correlação linear de Pearson (TRIOLA, 2017).

Logo após calculou-se o risco de base através da equação 1. Segundo Hull (2009) esse risco deriva de três situações distintas: i) o objeto a ser *hedgeado* não é o mesmo objeto do contrato, ii) o agente tem incerteza quanto a data de compra, ou venda, do contrato e iii) pode haver encerramento do contrato antes da data de fechamento. Quando o valor da base (B_t) é positivo ($B_t > R\$ 0,00$) há o fortalecimento da base, pois o preço *spot* (PS_t) é superior ao preço futuro (PF_t), a situação oposta é conhecida como enfraquecimento da base ($B_t < R\$ 0,00$).

$$B_t = PS_t - PF_t \quad (1)$$

Para estimar a razão ótima de *hedge* fez uso da metodologia da variância mínima onde é regredido as mudanças nos preços dos mercados físico (ΔPS) e futuro (ΔPF) durante o período do *hedge* (Equações 2 e 3), sendo ΔPS a variável dependente, ΔPF a variável independente, β_0 o intercepto e μ o termo de erro (Equação 4). A razão do *hedge* que proporciona a mínima variância é igual ao coeficiente angular (β_1) com a efetividade igual ao coeficiente de determinação (R^2), e/ou igual a correlação linear entre as séries ΔPS e ΔPF (HULL, 2009).

$$\Delta PS = PS_t - PS_{t-1} \quad (2)$$

$$\Delta PF = PF_t - PF_{t-1} \quad (3)$$

$$\Delta PS = \beta_0 + \beta_1 \Delta PF_t + \mu \quad (4)$$

A estimação dos parâmetros da Equação 4 é realizada pelo procedimento estabelecido por Gauss e conhecido como mínimos quadrados ordinários (MQO) com adoção de sete hipóteses, a primeira estabelece que $\widehat{\beta}_0$, $\widehat{\beta}_1$ e $\widehat{\mu}_t$ são lineares, a segunda determina que a covariância entre a variável independente e o termo de erro é nula, a terceira retrata que a média dos termos de erros é zero, a quarta indica que a variância dos termos de erros é constante (homocedasticidade), a quinta aponta que a autocorrelação dos termos de erros é nula, a sexta constitui que o número de observações é superior ao número de parâmetros estimada e a sétima recomenda que as variáveis independentes são voláteis (GUJARATI; PORTER, 2011).

A estimação do coeficiente angular, $\widehat{\beta}_1$, foi realizada considerando um intervalo de confiança de 95% ($\alpha = 5\%$), já os graus de liberdades (gl) variaram, pois, em cada ano ocorreram diferentes dias de negociação. Além disso, realizou o teste t para averiguar a significância estatística, como hipótese nula (H_0) adotou que $\widehat{\beta}_1$ é estatisticamente igual a zero, já a hipótese

alternativa (H_1) estabelece que $\widehat{\beta}_1$ é estatisticamente diferente de zero. O critério de decisão do teste t baseia-se na comparação entre o módulo de t calculado ($|t_{\text{cal}}|$) com o valor crítico de t ($t_{\text{crítico}}$), rejeitando H_0 quando $|t_{\text{cal}}|$ for maior que $t_{\text{crítico}}$ (GUJARATI; PORTER, 2011).

Na aplicação do modelo estabeleceu três momentos distintos na adoção do *hedge*. No primeiro cálculo considerou a tomada de decisão em novembro (nov) do ano anterior ao vencimento, na segunda mensuração adotou o mês de março (mar) do ano de vencimento do contrato, por fim na terceira estimativa empregou o mês de julho (jul) do ano de encerramento do contrato. Na Tabela 2 estão os 15 objetos resultantes e seu período de vigência.

Tabela 2: Os 15 objetos adotados no cálculo do *hedge*

Objeto	Período de vigência do <i>hedge</i>
V17 _{nov}	01/11/2016 a 31/10/2017
V17 _{mar}	01/03/2017 a 31/10/2017
V17 _{jul}	01/07/2017 a 31/10/2017
V18 _{nov}	01/11/2017 a 31/10/2018
V18 _{mar}	01/03/2018 a 31/10/2018
V18 _{jul}	01/07/2018 a 31/10/2018
V19 _{nov}	01/11/2018 a 31/10/2019
V19 _{mar}	01/03/2019 a 31/10/2019
V19 _{jul}	01/07/2019 a 31/10/2019
V20 _{nov}	01/11/2019 a 31/10/2020
V20 _{mar}	01/03/2020 a 31/10/2020
V20 _{jul}	01/07/2020 a 31/10/2020
V21 _{nov}	01/11/2020 a 31/10/2021
V21 _{mar}	01/03/2021 a 31/10/2021
V21 _{jul}	01/07/2021 a 31/10/2021

Fonte: dados da pesquisa

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Durante todo o período analisado (01/11/2016 a 31/10/2021) as negociações dos contratos futuros totalizaram 1,19 milhões de toneladas de carne bovina movimentando 17,75 bilhões de reais. Os acordos para outubro de 2017 (V17) corresponderam por 20,0% do volume de carne e por 12,1% do valor monetário, os acordos para outubro de 2018 (V18) significaram por 7,4% do volume e 4,9% do valor, os com fechamento em outubro de 2019 (V19) tiveram a participação de 9,2% no volume e 6,6% no valor, as negociações para outubro 2020 (V20) representaram por 27,2% do volume e 26,9% do valor e os contratos para outubro de 2021 (V21) contribuíram com 36,2% do volume e 49,4% do valor financeiro.

A Tabela 3 retrata as estatísticas dos preços futuros (PF) e à vista (PS) em nível. Percebe-se que não há um padrão na variabilidade dos preços, para os contratos com vencimento em outubro/2017, outubro/2020 e outubro/2021 os preços futuros foram mais voláteis que os preços à vista, por outro lado, para o contrato com liquidação em outubro/2018 as cotações *spot* apresentaram maior volatilidade que os preços futuros, esse resultado é semelhante ao trabalho de Correa et al. (2014).

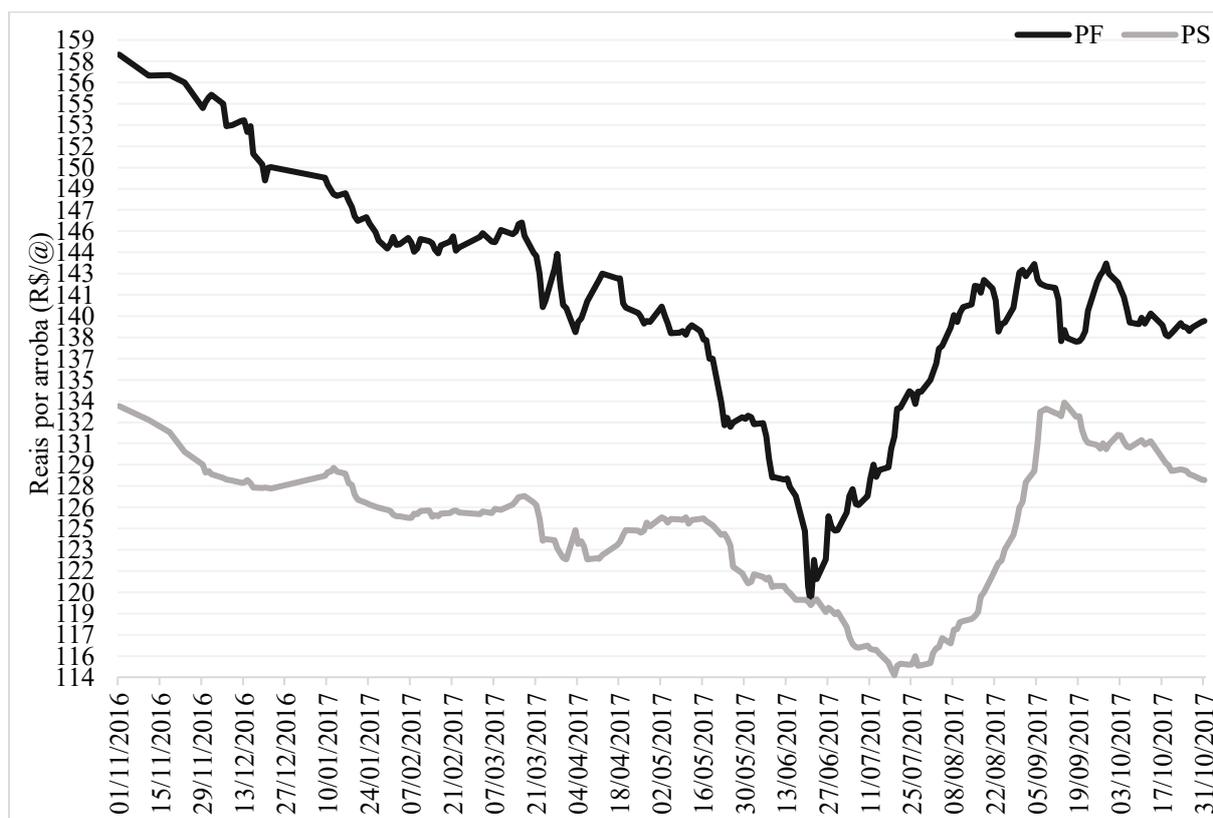
Tabela 3: Estatísticas dos preços futuro (PF) e à vista (PS)

	Média (R\$/@)		Moda (R\$/@)		Amplitude (R\$/@)		* σ (R\$/@)		**CV (%)		*** $r_{PF,PS}$
	PF	PS	PF	PS	PF	PS	PF	PS	PF	PS	
V17	135,9	124,4	145,1	127,7	38,8	19,3	7,6	4,8	6	4	0,637
V18	150,0	130,7	151,0	128,4	7,5	8,2	1,7	2,1	1	2	(0,189)
V19	161,2	138,8	157,0	139,1	11,6	18,2	2,8	3,2	2	2	0,709
V20	223,3	188,6	197,0	190,6	97,1	99,6	22,9	24,2	10	13	0,945
V21	307,5	287,2	254,5	266,2	96,8	65,3	24,7	17,1	8	6	0,905

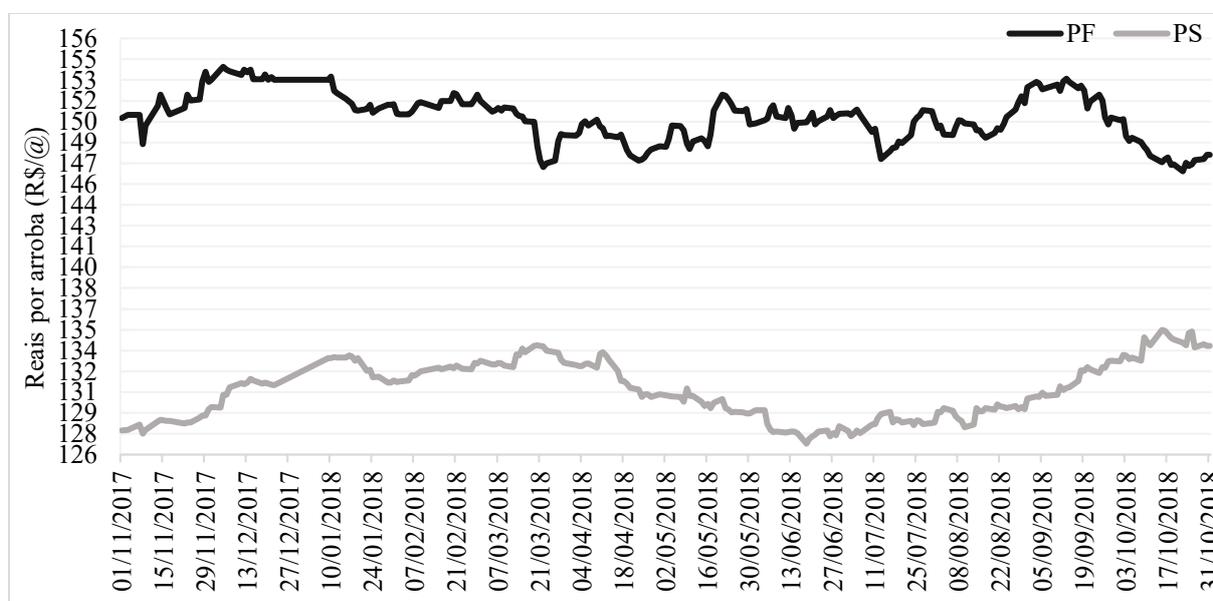
Fonte: dados da pesquisa. * σ = desvio-padrão, **CV = coeficiente de variação, *** $r_{PF,PS}$ = coeficiente de correlação linear de Pearson das séries em nível.

Para analisar o comportamento dos preços nos mercados físico e futuro optou pelos valores nominais das cotações, esse procedimento é semelhante aos trabalhos de Amorim Neto (2015) e Correa et al. (2014). Segundo os últimos autores o não deflacionamento derivada do fato da carne bovina ser *commodity*, logo suas cotações são sensíveis a eventos que não necessariamente estão relacionados com a inflação.

Observa-se que nos contratos com vencimento para outubro de 2017 e outubro de 2018, os preços futuros foram superiores aos preços à vista caracterizando o enfraquecimento da base (Figuras 1 e 2). Para V17, a média da base foi -R\$ 15,38/@ com o desvio-padrão de 5,85 unidades monetárias (u.m.), já para V18 a média foi -R\$ 19,59/@ e o desvio-padrão registrou 2,99 u.m. Pontua que os preços se aproximaram entre junho e julho de 2017 e durante novembro de 2017 a outubro de 2018 a relação linear entre PS e PF não foi positiva (vide Tabela 3). Segundo a equipe do Imea esses movimentos são reflexos da operação deflagrada em março de 2017 pela polícia federal brasileira denominada Carne Fraca.

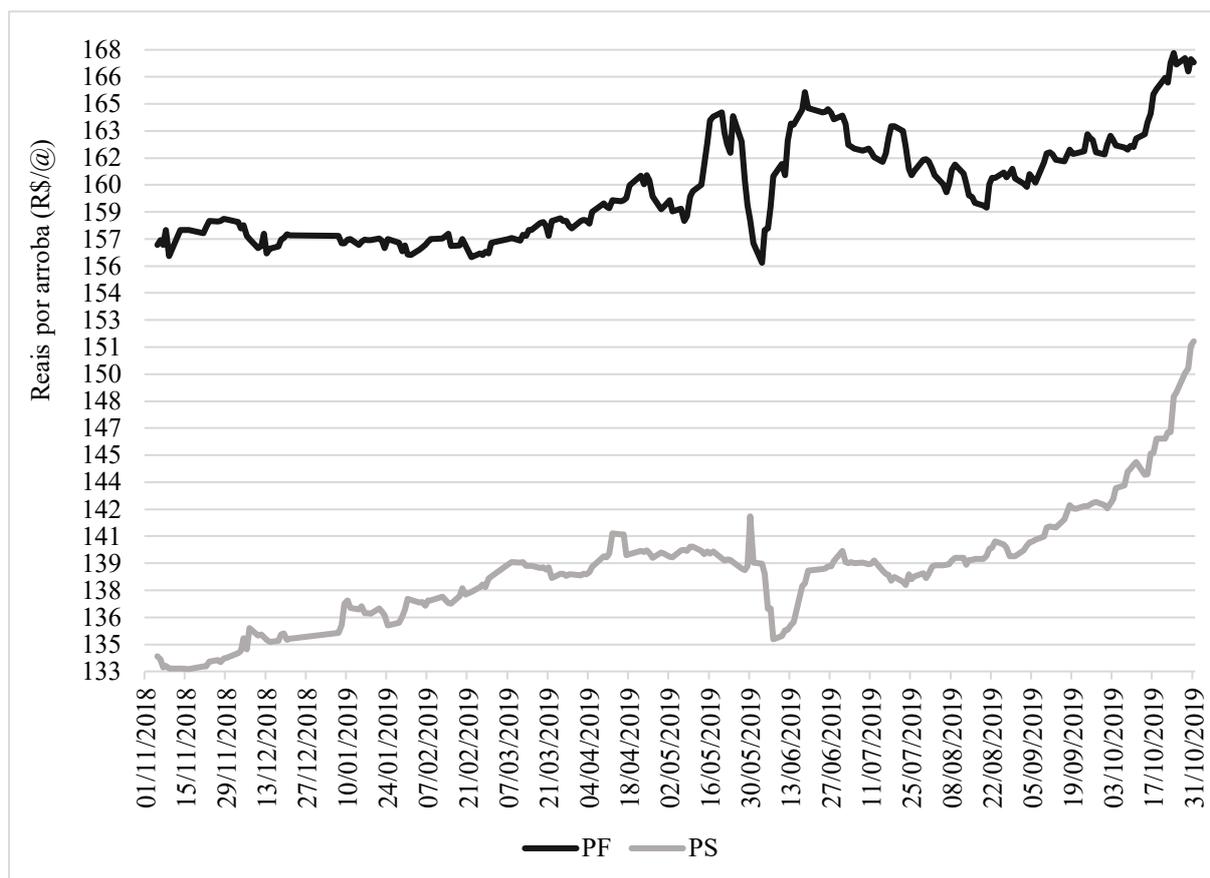
Figura 1: Comportamento dos preços entre novembro de 2016 e outubro de 2017

Fonte: dados da pesquisa

Figura 2: Comportamento dos preços entre novembro de 2017 e outubro de 2018

Fonte: dados da pesquisa

Figura 3: Comportamento dos preços entre novembro de 2018 e outubro de 2019

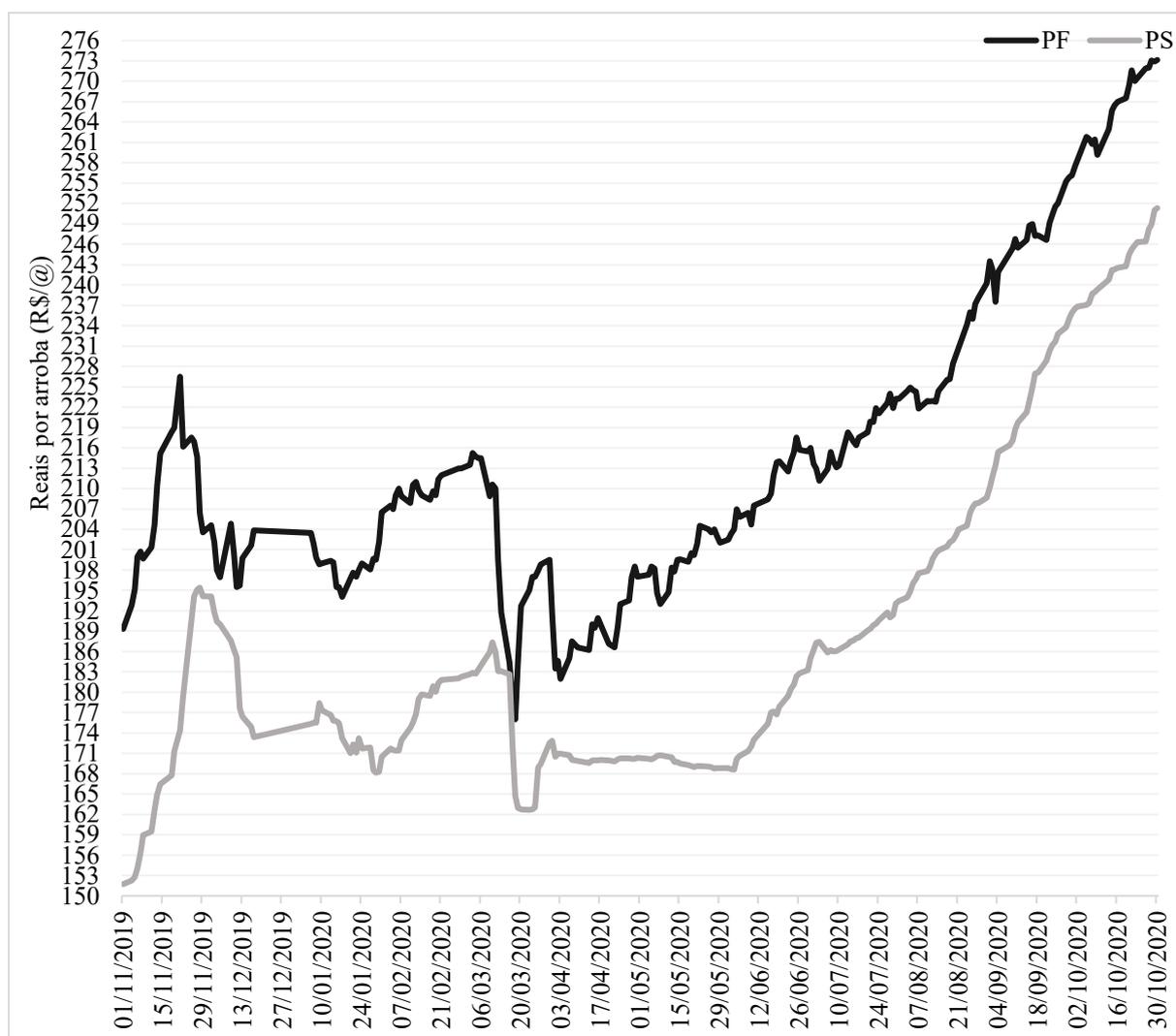


Fonte: dados da pesquisa

Entre novembro de 2019 e outubro de 2020 o mercado do boi gordo foi afetado com eventos exógenos. Do terceiro para o quarto trimestre de 2019, o volume de carne bovina produzido no Brasil aumentou 11%, em Mato Grosso o incremento foi de 20%. As exportações desta proteína por parte do país elevaram-se 17%, enquanto Mato Grosso apresentou uma variação positiva de 27% nas suas vendas externas (IBGE, 2022; MDCI, 2022). Esse desempenho está atrelado ao aumento da demanda internacional, principalmente da China que vivia uma crise sanitária com a peste suína africana, a severa seca que cometeu a Austrália que é um dos *players* globais e a desvalorização da moeda brasileira perante o dólar americano (USDA, 2020).

A pandemia da COVID-19 também teve início neste período, seus impactos no mercado foram a redução da demanda por parte de hotéis, restaurantes e bares, maior tempo de espera nos portos e a redução da renda das famílias (USDA, 2020). Os preços refletem o impacto da pandemia até o início de abril de 2020 (Figura 4), logo após ocorreu uma recuperação com um novo aumento nas exportações (MDCI, 2022). O PF superior PS durante todo o período, com valor médio da base igual a -R\$ 27,16/@ e desvio-padrão de 7,93 u.m.

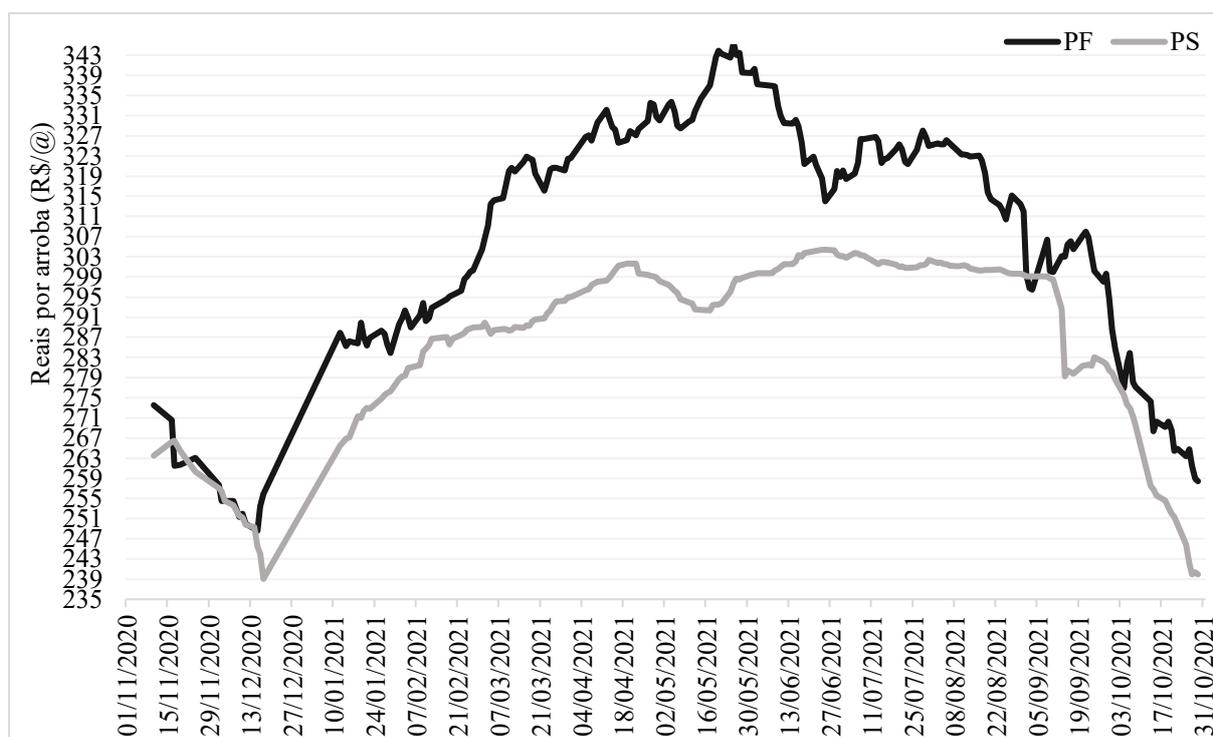
Figura 4: Comportamento dos preços futuro entre novembro de 2019 e outubro de 2020



Fonte: dados da pesquisa

Durante novembro de 2020 e de outubro de 2021 ocorreram momentos de fortalecimento da base (PS maior que PF), especificamente em algumas cotações diárias no final de 2020 e em agosto de 2021 (Figura 5). Entre os eventos exógenos destaca uma onda da pandemia COVID-19 no início de 2021 que implicou em novas restrições. De forma geral ocorreu um enfraquecimento da base com a média de -R\$ 20,52/@ e desvio-padrão de 11,71 u.m.

Figura 5: Comportamento dos preços entre novembro de 2020 e outubro de 2021



Fonte: dados da pesquisa

Os resultados das bases encontrados vão ao encontro das análises realizadas por Correia et al. (2014) e Gaio e Capitani (2020) e ao trabalho de Amorim Neto (2015) que avaliou o uso do *hedge* com os contratos futuros do boi gordo da B3 para reduzir os riscos em Araçatuba-SP e Goiânia-GO durante 2002 a 2013. Ressalta-se, porém, que as variabilidades das diferenças de

PF e PS encontradas para os acordos V17, V20 e V21 foram superiores aos resultados de Correa et al. (2014) e de Oliveira Neto e Figueiredo (2008) em decorrência dos eventos descritos.

Como descrito na seção 3 estabeleceu três momentos distintos para a adesão do *hedge* em cada contrato. No primeiro considerou que o acordo teve início em novembro (nov) do ano anterior, no segundo adotou a celebração do contrato em março (mar) e no terceiro momento tomou como data de negociação julho, logo a diferença entre a data inicial e final do contrato foram, na mesma ordem, 12, 8 e 4 meses.

A Tabela 5 retrata as estimações dos coeficientes angulares (β_1), os graus de liberdade (gl), o valor absoluto da estatística t calculada ($|t_{cal}|$), o valor crítico da estatística t ($t_{crítico}$) e o resultado da análise da hipótese nula (H_0). Observa que os valores dos coeficientes angulares para os *hedges* adotados em novembro de 2016, março de 2017 e julho de 2017 todos com vencimento em outubro de 2017 são estatisticamente iguais a zero.

Os resultados das proteções adotadas em novembro de 2017 e março de 2018 não tiveram coeficientes significativos estatisticamente, já o adotado em julho de 2018 foi significativo estatisticamente, porém seu valor foi negativo. Os três coeficientes angulares mensurados para os acordos com liquidação em outubro de 2019 foram estatisticamente iguais a zero.

Os acordos celebrados em novembro de 2019 e julho de 2020, ambos para outubro de 2020, tiveram coeficientes angulares significativos e positivos, proporcionando assim uma estratégia de *hedge* pelo método da mínima variância, de forma específica a razão de *hedge* ótima da celebração em novembro de 2019 foi 9,8% e o acordo de março de 2020 registrou o nível de 14,5%. As negociações em julho de 2020 tiveram o coeficiente angular estatisticamente igual a zero.

A adoção do *hedge* em novembro de 2020 para outubro de 2021 teve o maior nível com 36,9%, refletindo o mercado internacional de carne bovina fomentado no final de 2020 como

já relatado. Contudo, os coeficientes dos acordos celebrados em março e julho de 2021 tiveram insignificância estatística. Na Tabela 6 a razão ótima de *hedge* pelo método de variância mínima bem como sua efetividade.

Tabela 5: Resultados dos coeficientes angulares e dos testes estatísticos

Objeto	β_1	gl	$ t_{cal} $	$*t_{critico}$	H₀
V17 _{nov}	0,039	216	1,018	1,960	Não rejeita
V17 _{mar}	0,022	163	0,498	1,960	Não rejeita
V17 _{jul}	-0,027	82	0,340	1,980	Não rejeita
V18 _{nov}	-0,038	229	0,816	1,960	Não rejeita
V18 _{mar}	-0,126	166	2,245	1,960	Não rejeita
V18 _{jul}	-0,205	83	2,354	1,980	Rejeita
V19 _{nov}	0,026	227	0,493	1,960	Não rejeita
V19 _{mar}	0,025	163	0,393	1,960	Não rejeita
V19 _{jul}	0,138	85	1,635	1,980	Não rejeita
V20 _{nov}	0,098	232	2,334	1,960	Rejeita
V20 _{mar}	0,145	165	3,339	1,960	Rejeita
V20 _{jul}	0,015	84	0,332	1,980	Não rejeita
V21 _{nov}	0,369	207	8,467	1,960	Rejeita
V21 _{mar}	0,043	161	0,841	1,960	Não rejeita
V21 _{jul}	0,037	80	0,455	1,960	Não rejeita

Fonte: dados da pesquisa. *Valores consultados em

Gujarati e Porter (2011), Apêndice D.

Tabela 6: Razão ótima do *hedge* pelo método de mínima variância e sua efetividade

Objeto	Razão ótima do <i>hedge</i>	Efetividade
V17 _{nov}	-	-
V17 _{mar}	-	-
V17 _{jul}	-	-
V18 _{nov}	-	-
V18 _{mar}	-	-
V18 _{jul}	-	-
V19 _{nov}	-	-
V19 _{mar}	-	-
V19 _{jul}	-	-
V20 _{nov}	9,8%	2,3%
V20 _{mar}	14,5%	6,6%
V20 _{jul}	-	-
V21 _{nov}	36,9%	25,8%
V21 _{mar}	-	-
V21 _{jul}	-	-

Fonte: dados da pesquisa.

Portanto, das quinze análises realizadas apenas três apresentaram razão de *hedge* ótima significativas estatisticamente (Tabela 6). Especificamente, as razões de 9,8% e 14,5% e suas efetividades 2,3 e 6,6% são semelhantes aos resultados de Gaio e Capitani (2019), esses autores encontraram um nível de 10,9% de cobertura para Cuiabá, Mato Grosso, com uma efetividade de 1,2%. A razão de 36,9% e sua efetividade de 25,8% se assemelha aos resultados de Amorim Neto (2015) para a cidade de Goiânia-GO onde a razão foi 34,2% com a eficiência de 20%.

Entretanto os resultados encontrados divergem do estudo de Oliveira Neto e Figueiredo (2008), um dos motivos para esse desempenho é que os pesquisadores avaliaram para uma série temporal distinta com 30 meses, 3, 5 e 10 anos, ou seja, período mais longos do que a presente análise, as razões foram, na mesma ordem, 95,4, 98,0, 97,2 e 95,5%, com as efetividades de 88,1, 87,6, 84,6 e 85,5%, respectivamente. Outro resultado que diverge deste estudo foi encontrado por Oliveira Neto, Figueiredo e Machado (2021) onde verificou-se que o *cross hedge* entre o mercado do boi gordo no Paraguai com o mercado futuro brasileiro foi de 36,1% com efetividade de 89,5% entre janeiro/2012 e maio/2015.

A baixa efetividade dos contratos no *hedge* na pecuária de corte mato-grossense pode ser explicada pela diferença geográfica entre os mercados de Mato Grosso e São Paulo, sendo este último utilizado na precificação do contrato futuro da B3. Ademais, as ocorrências dos eventos descritos ao longo desta são foram inéditos para a história moderna e com baixa previsibilidade de acontecimentos e mensuração de seus efeitos. Segundo Gaio e Capitani (2019) a presença de especuladores no mercado futuro é outro fator que atinge a efetividade, uma vez que o foco desses *traders* são as oscilações de preços.

Enfatiza que as estimações do método de mínima variância são realizadas com as séries das diferenças de preços (descrição detalhada na seção 3), sendo a efetividade do *hedge* igual o quadrado da correlação linear das séries em diferenças. Pontua-se que esse método de cálculo de *hedge* estático recebeu críticas de Myers e Thompson (1988), os autores dissertam que procedimento não engloba as informações disponíveis aos agentes na tomada de decisão.

Todavia destaca-se que muitos eventos ocorridos durante o período analisado podem ser considerados fenômenos exógenos e de difícil previsibilidade como foi o caso da pandemia da COVID-19, além disso, como ressaltou Urso (2007) o mercado da carne bovina tem assimetria de informações entre os agentes, tornando o processo de tomada de decisão ainda mais complexo.

5. CONCLUSÕES

O Brasil ocupa posição estratégica na produção, consumo e comércio de carne bovina, no entanto o país enfrenta diversos desafios relacionados a esta atividade, entre eles está o risco financeiro derivado de um mercado de *commodity* onde o ambiente interno e externo, crises sanitárias e econômicas e fenômenos climáticos exercem influências sobre as cotações futuras e à vista do boi gordo, ademais, a pecuária apresenta um ciclo longo quando comparado com outras atividades que também produzem proteína animal como, por exemplo, avicultura e suinocultura.

Os derivativos disponibilizados pelas bolsas de valores são ferramentas de mitigação de riscos de preços de *commodities* agrícolas, no entanto no período estudado de quinze análises apenas três retrataram que o mecanismo *hedge* foi estatisticamente significativo na redução desses riscos para o mercado físico do boi gordo no estado de Mato Grosso, contrariando assim a hipótese estabelecida inicialmente.

Portanto, conclui-se que entre novembro de 2016 a outubro de 2021 a razão ótima do *hedge*, mensurada pelo método da mínima variância, foi baixa e pouco efetiva na mitigação dos riscos de preços, sendo sugerido aos agentes desta cadeia uma visão sistêmica e dinâmica sempre estando atentos aos eventos externos e internos para tomar as decisões, além disso, aconselha-se pesquisas futuras sobre a efetividade deste mecanismo considerando outros períodos e adotando outros procedimentos metodológicos que englobam tanto o *hedge* estático como o dinâmico.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMORIM NETO, Carlos Santos. **Efetividade do *hedge* para o boi gordo com contratos futuros da BM&FBOVESPA**: análise para os estados de São Paulo e Goiás. Orientador:

prof. Dr. João Gomes Martins Filho. 2015. 49 p. Dissertação de Mestrado – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (Esalq), Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2015.

Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11132/tde-12032015-152555/pt-br.php>. Acesso em: 11 jul. 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS EXPORTADORAS DE CARNES, ABIEC. **Exportações**. Brasília, 2022. Disponível em: <http://abiec.com.br/exportacoes/>.

Acesso em: 23 mar. 2022.

BRASIL, BOLSA, BALCÃO (B3). **Contrato futuro do boi gordo com liquidação financeira**. São Paulo, 2017. Disponível em: [https://www.b3.com.br/pt_br/produtos-e-servicos/negociacao/commodities/ficha-do-produto-](https://www.b3.com.br/pt_br/produtos-e-servicos/negociacao/commodities/ficha-do-produto-8AE490CA6D41D4C7016D45F3CA183814.htm)

[8AE490CA6D41D4C7016D45F3CA183814.htm](https://www.b3.com.br/pt_br/produtos-e-servicos/negociacao/commodities/ficha-do-produto-8AE490CA6D41D4C7016D45F3CA183814.htm). Acesso em: 29 jan. 2022.

BRASIL, BOLSA, BALCÃO (B3). **Relatório Mensal de Commodities: Futuro do boi gordo**. São Paulo, 2021. Disponível em:

<https://clientes.b3.com.br/data/files/04/C0/A8/8C/D8F0A710AF15F0A750BAF9C2/Boi%20Gordo%20jan%202021.pdf>. Acesso em: 15 mar. 2022.

CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA - CEPEA;

CONFEDERAÇÃO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DO BRASIL - CNA. **PIB do agronegócio brasileiro de 1996 a 2020**. Piracicaba, 2022. Disponível em:

<https://www.cepea.esalq.usp.br/br/pib-do-agronegocio-brasileiro.aspx>. Acesso em: 11 fev. 2022.

CORREA, Alan Cesar Monteiro; LEÃO, Igor Argueles; ARAÚJO, Lawrence Táblio; SOARES, Luiz Augusto; SOUZA, Waldemar Antônio. Avaliação dos preços do boi gordo no estado de Goiás: Análise da trajetória de 2008 a 2012. **Revista em Agronegócios e Meio Ambiente**, Maringá, v. 7, n. 3, p. 613-632, set./dez. 2014. Disponível em: <https://periodicos.unicesumar.edu.br/index.php/rama/article/view/2914>. Acesso em: 15 fev. 2022.

FERREIRA, Marcelo Dias Paes; VIEIRA FILHO, José Eustáquio Ribeiro. **Inserção no mercado internacional e a produção de carnes no Brasil**. Texto para Discussão – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), Brasília, 2019. Disponível em: https://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=34792:td-2479-insercao-no-mercado-internacional-e-a-producao-de-carnes-no-brasil&catid=419:2019&directory=1#:~:text=Verificou%2Dse%20que%20houve%20increate%20pa%C3%ADses%20produtores%20e%20exportadores. Acesso em: 08 ago. 2022.

GAIO, Luiz Eduardo; CAPITANI, Daniel Henrique Dario. O desempenho do *hedge* para contratos futuros de boi gordo: uma análise a partir das principais praças produtoras brasileiras. **Organizações Rurais & Agroindustriais**, Lavras, v. 21, n. 1-3, p. 65-78, 2019. Disponível em: <http://revista.dae.ufla.br/index.php/ora/article/view/1426>. Acesso em: 19 fev. 2022.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: editora Atlas S.A., 2002.

GUJARATI, Damodar N.; PORTER, Dawn, C. **Econometria Básica**. Porto Alegre: AMGH editora, 2011.

HULL, John C. **Fundamentos dos Mercados Futuros e de Opções**. São Paulo: Bm&fBovespa, 2009.

HULL, John C. **Opções, futuros e outros derivativos**. Porto Alegre: Bookman, 2016.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Censo Agropecuário 2006/2017**: resultados definitivos. Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: https://censoagro2017.ibge.gov.br/templates/censo_agro/resultadosagro/index.html. Acesso em: 15 mar. 2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Pesquisa Trimestral do Abate de Animais**. Rio de Janeiro: SIDRA, 2022. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/home/abate>. Acesso em: 23 mar. 2022.

MINISTÉRIO DA INDÚSTRIA, COMÉRCIO EXTERIOR E SERVIÇOS - MDIC. **Comex stat**. Brasília, Brasil: 2022. Disponível em: <http://comexstat.mdic.gov.br/pt/home>. Acesso em: 17 jul. 2022.

MYERS, Robert J.; THOMPSON, Stanley R. Generalized optimal hedge ratio estimation. **American Journal of Agricultural Economics**, Milwaukee, v. 71, n. 4, p. 858-867, nov., 1989.

OLIVEIRA NETO, Odilon José de; FIGUEIREDO, Reginaldo Santana. Análise das operações de hedge do boi gordo no mercado futuro da BM&F para o estado de Goiás. **Revista Gestão e Planejamento**, Salvador, v. 9, n. 1, p. 77–93, jan./jun., 2008. Disponível em: <https://revistas.unifacs.br/index.php/rgb/article/view/416>. Acesso em: 15 fev. 2022.

OLIVEIRA NETO, Odilon José de; FIGUEIREDO, Reginaldo Santana; MACHADO, Waltuir Batista. Gestão do risco de preços do boi gordo Paraguaio no mercado futuro do boi gordo brasileiro. **Brazilian Journals of Business**, Curitiba, v. 3, n. 1, p. 553-578, jan./mar., 2021. Disponível em: <https://www.brazilianjournals.com/index.php/BJB/article/view/24518>. Acesso em: 19 fev. 2022.

TRIOLA, Mário F. **Introdução à estatística**. Rio de Janeiro: LTC, 2017.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE – USDA. **Livestock and Poultry: World Markets and Trade**. [Washington], 12 jan. 2022. Disponível em: https://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/livestock_poultry.pdf. Acesso em: 10 fev. 2022.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE – USDA. **Livestock and Poultry: World Markets and Trade**. [Washington], 09 abr. 2020. Disponível em: <https://usda.library.cornell.edu/concern/publications/73666448x?locale=en>. Acesso em: 17 jul. 2022.

URSO, Fabiana Salgueiro Perobelli. **A cadeia da carne bovina no Brasil: Uma análise de poder de mercado e teoria da informação**. Orientador: Prof. Dr. Arthur Barrionuevo Filho.

2007. 123 f. Tese de Doutorado – Escola de Economia de São Paulo, Fundação Getúlio

Vargas (FGV), São Paulo, 2007. Disponível em:

[https://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/bitstream/handle/10438/1771/FabianaSalgueiroPerobelli](https://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/bitstream/handle/10438/1771/FabianaSalgueiroPerobelliUrso13072007.pdf?sequence=3&isAllowed=y)

[iUrso13072007.pdf?sequence=3&isAllowed=y](https://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/bitstream/handle/10438/1771/FabianaSalgueiroPerobelliUrso13072007.pdf?sequence=3&isAllowed=y). Acesso em: 16 mar. 2022.