

## **EFICIÊNCIA DAS ESTRATÉGIAS DE HEDGE NO GERENCIAMENTO DE RISCOS DO PREÇO DO BOI GORDO COM FUTUROS DA B3**

**JOÃO PAULO SALES DE ALMEIDA**

CENTRO UNIVERSITÁRIO ÁLVARES PENTEADO (FECAP)

**NADJA NARA LIMA HEIDERICH**

CENTRO UNIVERSITÁRIO ÁLVARES PENTEADO (FECAP)

Agradecimento à órgão de fomento:

À Professora Doutora Nadja Lima Heiderich pelos ensinamentos e orientações durante a elaboração deste trabalho. Ao Professor da Universidade de Uberlândia, Doutor Odilon José de Oliveira Neto, pelas valiosas sugestões e contribuições para este trabalho. À Fundação Escola de Comércio Álvares Penteado (FECAP) e ao CNPq pela oportunidade de elaboração desta pesquisa.

# EFICIÊNCIA DAS ESTRATÉGIAS DE HEDGE NO GERENCIAMENTO DE RISCOS DO PREÇO DO BOI GORDO COM FUTUROS DA B3

## RESUMO

Este projeto buscou analisar a eficiência de diferentes estratégias de *hedge* no gerenciamento de riscos de preços do boi gordo com a utilização de contratos futuros da B3. Para isso, foi levantada a série temporal de preços da arroba do boi gordo, junto ao Centro de Estudo Avançados em Economia Aplicada (CEPEA), e o preço no mercado futuro, junto à B3. Sucessivamente, foram aplicadas e analisadas as estratégias sem aplicação do *hedge*, com *hedge* simples, também conhecido como completo ou *full hedge*, e a estratégia de *hedge* de mínima variância, para as praças de São Paulo (CEPEA/B3), Campo Grande (MS), Triângulo Mineiro (MG), Cuiabá (MT) e Goiânia (GO). Em seguida, foi calculada a efetividade do *hedge*. A eficiência do *hedge* de mínima variância foi superior às outras estratégias, no qual indica uma taxa ótima que maximize os resultados obtidos com as operações no mercado futuro.

**Palavras-chave:** *Hedge*, mercado futuro, boi gordo, estratégia, gerenciamento de riscos.

## ABSTRACT

This project seeks to analyze the efficiency of different hedging strategies in the management of cattle price risks through the use of B3 futures contracts. Therefore, the time series of prices of beef cattle for the study with the Center for Advanced Study in Applied Economics (CEPEA) and the futures market price with B3 was raised. Successively, strategies were applied and analyzed without hedge, simple hedge strategies, also known as full or full hedge, and the least variance hedge strategy for the São Paulo (CEPEA / B3), Campo Grande (MS), Triângulo Mineiro (MG), Cuiabá (MT) and Goiânia (GO). Then, the hedge effectiveness was calculated. The efficiency of the minimum variance hedge was superior to the other strategies, which indicates an optimal rate that maximizes the results obtained with futures market operations.

**Key words:** *Hedge*, future Market, beef cattle, strategies, risk management.

## 1. INTRODUÇÃO

O mercado futuro é um dos ramos do mercado financeiro no qual se negociam contratos futuros padronizados, que segundo Hull (2016), “é um acordo entre duas partes de comprar e vender um ativo em uma determinada data no futuro por um preço específico”, ou seja, liquidados ou realizados em uma data futura estabelecida previamente. Se originou com a criação da primeira Bolsa de Mercados Futuros em Chicago, em 1848, a CBOT (*Chicago Board of Trade*), que, a princípio, reunia fazendeiros e comerciantes para padronizarem as negociações e preços dos grãos. Com o passar dos anos, se tornou o principal centro de negociações de contratos futuros de commodities, sendo referência de preços para as mercadorias agrícolas do mundo.

No Brasil, as negociações dos contratos futuros padronizados são realizadas através da B3, criada em 2017, com a fusão entre a BM&FBOVESPA e CETIP, e chegou a se tornar a terceira maior bolsa de derivativos do mundo, em 2018. A bolsa brasileira oferece contratos futuros padronizados para commodities no Brasil, onde um dos ativos subjacentes é o boi gordo.

Com a dificuldade dos pecuaristas em definir uma produção que maximize seus lucros e de frigoríficos para definirem seu custo médio com sua principal matéria prima, devido ao cenário volátil do mercado de commodities, se faz necessário a utilização de um instrumento que traga um equilíbrio nos preços para facilitar a gestão da bovinocultura de corte, seja para planejamentos de receita ou de custos. É neste panorama que se apresenta o *hedge*.

Uma grande parte dos players do mercado futuro são *hedgers*, porém, há especuladores que buscam lucros financeiros com as oscilações dos preços futuros, elevando o número de participantes no mercado e proporcionando maior liquidez aos contratos. Segundo Hull (2016), “um *hedge* perfeito é aquele que elimina completamente o risco”. Como um *hedge* perfeito dificilmente é possível, podemos definir a melhor estratégia que diminua os riscos e variações dos preços no mercado físico, maximizando os efeitos do *hedge* em momentos específicos. Na operação de *hedge*, têm-se como instrumento fundamental o contrato futuro.

No que diz respeito sobre a gestão de riscos na pecuária, essa se faz necessário, devido ao preço do ativo estar geralmente exposto a níveis significativos de volatilidade, que pode ter origem na sazonalidade da produção, ou em outros eventos que afetam direta ou indiretamente o preço da arroba do boi gordo. Neste contexto, Oliveira Neto (2008) aponta que “considerando os riscos envolvidos na produção e comercialização(...), como: qualidade da produção, logística, riscos de desempenho (pragas, doenças, etc.) e exposição ao mercado físico (à vista)”, são fatores para a gestão de riscos se tornar relevante.

Esse gerenciamento é tido como fundamental para controlar o fluxo de caixa de uma empresa do ramo da agropecuária, pois com um melhor planejamento em relação aos valores a serem comercializados, torna-se possível definir planejamentos de curto e médio prazo, contribuindo para maximização dos resultados dos pecuaristas e frigoríficos no setor de bovinos de corte, ao administrar perdas potenciais relativas ao processo de comercialização futura. Sem essa ferramenta, que garante um preço esperado no futuro, todo o processo ficaria mais complexo, pelo fato de não ter um preço base de venda, no caso do pecuarista, e de compra, em relação ao frigorífico, na comercialização futura.

Pode-se definir estratégia como um método de atingir um objetivo e, nesse caso, definir a melhor estratégia dentre diversos cenários para o gerenciamento de riscos do preço da arroba do boi gordo. Sendo assim, as operações de *hedge* tornam-se um mecanismo para se atingir tal objetivo, que é a diminuição dos riscos futuros na comercialização de bovinos, dado um ambiente de incertezas, que é o mercado de comercialização agrícola. Assim sendo, o objetivo fundamental do *hedge* é a mitigação dos riscos, daí a importância pela definição da melhor estratégia a ser utilizada.

Diante das indagações expostas acima, emerge o seguinte problema: qual seria a estratégia mais eficiente a ser utilizada por um *hedger* na gestão de riscos com contratos futuros disponíveis na B3 para mitigar os riscos?

O foco do estudo foi analisar as estratégias de *hedge* disponíveis para os pecuaristas no Brasil que utilizam os contratos futuros da B3 para auxiliar na gestão de riscos, encontrando o método mais eficaz, dado as limitações, considerando as estratégias sem aplicação do *hedge*, com *hedge* simples, também conhecido como *hedge* completo ou *full hedge*, e a estratégia de *hedge* de mínima variância.

Essa pesquisa abordou as principais regiões do Brasil para o mercado de bovinos, que levou em consideração a participação dos estados no mercado nacional. Para isso, foi utilizado como preço de base para os cálculos para o estado de São Paulo, o índice ESALQ/B3, que é o principal indicador de liquidação da região e lastro para a liquidação dos contratos futuros da B3, o indicador de Campo Grande como referência de liquidação de bovinos no estado de Mato Grosso do Sul, o indicador do Triângulo Mineiro para o estado de Minas Gerais, o indicador de Cuiabá para o estado de Mato Grosso e o indicador de Goiânia como referência para a região de Goiás.

Após a análise dos tipos de estratégias de *hedge*, apresentou a melhor estratégia a ser utilizada pra mitigar os níveis de volatilidade, podendo essa ser ou não aplicada por pecuaristas e frigoríficos de diferentes regiões do país.

### **1.1. Justificativa**

A execução da presente pesquisa se justifica pela necessidade do gerenciamento dos riscos de comercialização do boi gordo pelos pecuaristas e frigoríficos, visto que é fundamental para efetuar um planejamento e gestão, estimações de preços futuros a serem adotados. Daí a importância pela definição de uma estratégia adequada de *hedge*, o que se direciona a expectativas mais robustas de otimização dos resultados para o players.

As oscilações do preço no mercado à vista doméstico, a instabilidade político-econômica que afetam o comércio do ativo, alterações climáticas em determinados períodos (como a seca em determinada época do ano), sazonalidade na oferta, entre outros fatores, podem afetar o preço da arroba do boi gordo, dando um caráter flutuante ao preço, o que corrobora a importância de se gerenciar os riscos de maneira eficiente, encontrando-se inclusive o posicionamento ótimo em contratos futuros, que permita a mitigação da volatilidade dos preços.

Embora algumas pesquisas ressaltem a importância de se realizar o *hedge* de ativos agrícolas, têm-se ainda poucas respostas sobre quais são as estratégias a serem adotadas, visto que a maioria das pesquisas são voltadas para praças específicas. Diante disto, nesta pesquisa, existe a preocupação em dar maior amplitude a discussão sobre o gerenciamento de riscos de preços de bovinos de corte e atualizar informações, ampliando para as principais praças produtoras do país.

## **2. REVISÃO DA LITERATURA**

### **2.1. Mercado de Bovinos no Brasil**

A bovinocultura de corte é uma atividade significativa para a economia brasileira, tanto no contexto do mercado interno como no que tange às exportações, visto que o Brasil possui um consumo interno consolidado e se afirmou como um dos maiores produtores de proteína bovina e como o maior exportador de carne bovina do mundo. Pesquisas em genéticas, avanços no controle de pragas e doenças, com a melhora nas pastagens e o desenvolvimento de confinamento e semiconfinamento na pecuária nacional, alavancaram a produtividade brasileira e a qualidade do produto, tornando a carne brasileira mais competitiva no cenário internacional.

A Tabela 1 abaixo apresenta os principais estados produtores de bovinos do país e sua participação na produção nacional, sendo que o Mato Grosso lidera o volume de abates, representando 16,3% da produção nacional em 2018, seguido por Mato Grosso do Sul com 10,3%, Goiás com 10% e São Paulo com 9,7% da produção nacional, no qual a região centro-oeste representa um pouco mais de um terço da produção nacional de bovinos.

**TABELA 1 – VOLUME DE ANIMAIS ABATIDOS POR ESTADO (Nº DE CABEÇAS) E PARTICIPAÇÃO NO MERCADO NACIONAL (%)**

UF/País	2014		2015		2016		2017		2018	
Mato Grosso	5.352.226	15,8%	4.540.805	14,8%	4.577.459	15,4%	4.804.617	15,6%	5.219.350	16,3%
Mato Grosso do Sul	3.931.653	11,6%	3.399.340	11,1%	3.292.279	11,1%	3.435.747	11,1%	3.293.548	10,3%
Goiás	3.409.851	10,1%	3.060.939	10,0%	2.824.306	9,5%	3.179.805	10,3%	3.207.705	10,0%
São Paulo	3.523.974	10,4%	3.052.511	10,0%	2.792.350	9,4%	2.923.258	9,5%	3.101.941	9,7%
Minas Gerais	3.240.379	9,6%	2.840.812	9,3%	2.469.873	8,3%	2.766.901	9,0%	2.804.442	8,8%
Pará	2.624.231	7,7%	2.647.762	8,6%	2.724.137	9,2%	2.637.183	8,5%	2.691.134	8,4%
Rondônia	2.004.591	5,9%	1.904.823	6,2%	2.191.620	7,4%	2.288.467	7,4%	2.414.392	7,5%
Rio Grande do Sul	1.885.555	5,6%	1.821.798	5,9%	1.897.834	6,4%	1.929.178	6,3%	2.134.308	6,7%
Paraná	1.450.453	4,3%	1.246.716	4,1%	1.198.329	4,0%	1.283.978	4,2%	1.441.473	4,5%
Bahia	1.372.695	4,0%	1.218.785	4,0%	1.141.570	3,8%	1.176.523	3,8%	1.192.229	3,7%
Tocantins	1.154.265	3,4%	1.097.704	3,6%	1.022.512	3,4%	980.048	3,2%	1.066.984	3,3%
Demais estados	-	11,7%	-	12,4%	-	12,0%	-	11,2%	-	10,8%
<b>Brasil</b>	<b>33.907.718</b>	-	<b>30.642.297</b>	<b>-9,6%</b>	<b>29.702.048</b>	<b>-3,1%</b>	<b>30.866.663</b>	<b>3,9%</b>	<b>32.042.688</b>	<b>3,8%</b>

Fonte: IBGE - Pesquisa Trimestral do Abate de Animais.

Em 2018, o Valor Bruto de Produção (VBP) da pecuária foi de R\$ 186,3 bilhões, que representa aproximadamente 32,7% do VBP da agropecuária nacional, segundo o MAPA<sup>i</sup>, caracterizando a forte participação da bovinocultura no agronegócio nacional.

## 2.2. Uso do *hedge* no mercado agropecuário

Devido a importância do *hedge* para a gestão de riscos da agropecuária no Brasil, diversos pesquisadores demonstraram interesse sobre o assunto.

Souza (2017) destaca a necessidade de se utilizar mecanismos de mercado para gestão de risco de preço de um ativo devido à volatilidade e o novo regime de preços, a partir da crise de 2008. Ele ressaltou a eficiência dos *hedges* estático e dinâmico em relação a outras estratégias, no qual o último possibilita a calibragem das taxas de *hedge* intertemporais, diminuindo os custos operacionais, cujo o ativo pesquisado foi o café.

Silveira (2002) observou, em relação à efetividade do *hedge*, o risco do preço pode ser reduzido em cerca de 50% com a tomada de posição em contratos futuros de boi gordo na proporção de *hedge* ótimo. No entanto, o autor aponta que no *cross hedge* houve uma efetividade baixa de aproximadamente 1,5%, concluindo que a proteção contra riscos de preço

do boi gordo ocorre de forma eficiente, já a proteção contra movimentos adversos nos preços do bezerro possui uma baixa efetividade, para as praças pesquisadas.

Oliveira Neto (2008) conclui que com a efetividade das operações de *hedge* da arroba do boi gordo que há uma diminuição de aproximadamente 90% do risco, no qual determinou a relevância do uso das operações de *hedge* no mercado futuro para o estado de Goiás.

Rodrigues (2015) ao utilizar a não linearidade e razão de variância, encontrou elevadas rejeições à hipótese de diferença martingal que se encontra nos mercados em que as intervenções governamentais se fazem presentes, como o milho e etanol. Nos mercados do café, boi gordo e soja ocorreram menores rejeições à hipótese martingal e houve maior eficiência informacional. Ele reitera que essas evidências consistentes com a hipótese adaptativa dos mercados justificam operações de *hedge* dinâmicas, bem como a gerência de carteiras de forma ativa.

Maia e Aguiar (2010) avaliaram os retornos e riscos das estratégias de *hedge* para as produtoras de soja no Brasil que utilizam futuros da CBOT e concluíram que os contratos de soja apresentam diferentes possibilidades de retorno em função do tipo de *hedge*, do período e do contrato utilizado.

Júnior et al. (2015) tiveram como objetivo de analisar a efetividade das operações de *hedge* do milho no mercado futuro da antiga BM&FBovespa para as principais praças do Brasil, e de acordo com os resultados obtidos sugeriram que as operações de *hedge* com futuros são efetivas na mitigação dos riscos na comercialização do milho.

Cruz e Lima (2009) evidenciaram que o contrato futuro de boi gordo da antiga BM&F é efetivo nas estratégias de gestão de riscos do mercado físico do estado de São Paulo, indicando que os mercados físicos e futuros são co-integrados e que há causalidade bidirecional entre preços *spot* e futuro de boi gordo.

Martins e Aguiar (2004) com o objetivo de examinar a proteção oferecida pelos contratos futuros da CBOT aos *hedgers* brasileiros de soja, mostraram que os resultados dos contratos no segundo semestre são mais efetivos e, além disso, as quebras da safra norte-americana podem fazer com que os contratos se tornem efetivos, pelo fato de aumentar a procura pela mercadoria brasileira e que os locais mais próximos dos portos de exportação possuem maior efetividade.

Martits (2003) analisou os fatores determinantes do sucesso dos contratos derivativos agrícolas, comparando os contratos nacionais com os estrangeiros, percebendo as similaridades e diferenças entre os mercados futuros, avaliando a liquidez dos contratos futuros agrícolas.

Em síntese, as pesquisas acadêmicas aceitam a utilização dos contratos futuros para a gestão de riscos do preço dos ativos agrícolas, em especial o preço da arroba do boi gordo, conforme citações anteriores. Mesmo com as pesquisas sobre o risco dos preços das commodities agrícolas, suas respectivas estratégias de *hedge*, o risco de base, sazonalidades e especulações dos *players*, destacam-se poucas pesquisas aplicadas sobre as questões abordadas.

### 3. DELINEAMENTO METODOLÓGICO

A metodologia utilizada nessa pesquisa é quantitativa, sendo os procedimentos matemáticos com fonte bibliográfica de Figueiredo (2002) e Hull (2016).

#### 3.1. Constituição de uma carteira sintética com posições à vista e futura

Adotando as premissas cujo objetivo tanto do pecuarista quanto do frigorífico seja maximizar sua riqueza – pelo aumento dos retornos ou pela mitigação do risco – busca-se adotar uma carteira sintética com posição à vista e futura, isto é, no caso do pecuarista que possui o boi em fase de engorda na fazenda e planeja quando vendê-lo, esse pode vender contratos futuros que representem a mesma magnitude do volume em arrobas representativo dos animais, por outro lado, o frigorífico, já sabendo os períodos de suas escalas, pode adquirir contratos futuros que representem o volume de arrobas de boi gordo que irá adquirir no futuro, esse método é denominado *Full hedge*, e tem em vista minimizar o risco de variação do preço no mercado físico.

São desconsiderados os custos de transação, de carregamento e os impostos.

O retorno esperado de um pecuarista, isto é, um player com posição de hedge de venda, com um portfólio no qual há uma posição à vista e futura pode ser mensurado pela seguinte equação:

$$E(Rc) = S.(P_t - P_{t+1}) + F.(f_t - f_{t+1}) \quad (1)$$

Onde:

$E(Rc)$  = Retorno esperado da carteira sintética

$S$  = Volume da posição à vista, isto é, o volume de arrobas

$F$  = Volume da posição em contratos futuros

$P_{t+1}$  = Preço à vista no período de liquidação financeira

$P_t$  = preço à vista no período de contratação da trava

$f_{t+1}$  = Preço de liquidação do contrato futuro

$f_t$  = Preço da trava

Já o retorno esperado de um frigorífico, isto é, um player com posição de hedge de compra, com o mesmo portfólio é:

$$E(Rc) = S.(Pt + 1 - Pt) - F.(ft - ft + 1) \quad (2)$$

Desse modo, para comparar a eficiência de se realizar um *hedge*, foram analisados três portfólios constituídos. Dado que o objetivo dos *hedgers* é diminuir um risco específico, como uma flutuação futura dos preços, conforme descreve Hull (2016), a métrica utilizada para a comparação de efetividade de um *hedge* foi o desvio-padrão<sup>ii</sup>, isto é, uma medida de dispersão de um conjunto de dados calculada em relação à média das observações, sendo que quanto maior o desvio padrão, maior a dispersão dos dados em relação à média do conjunto de dados, sendo o desvio-padrão a raiz quadrada da variância, conforme Bussab e Morettin (2010). O parâmetro comparativo para a avaliação dos outros métodos foi o desvio-padrão do portfólio sem *hedge*, ou seja, a volatilidade do preço spot.

### 3.2. Modelo de *full hedge*

O método de *hedge* simples diz respeito a uma posição em contratos futuros para cada posição à vista, igualando a posição futura com a posição no mercado físico, sem considerar a variação temporal, é mensurado da seguinte maneira:

$$\begin{aligned} E(Rc) &= E(Rs) - E(Rf) \\ E(Rs) &= E(Rf) \end{aligned} \quad (3)$$

Onde:

E(Rs) = Retorno esperado da posição à vista

E(Rf) = Retorno esperado da posição com contratos futuros

Dado isso, a estratégia com *hedge* simples equivale à exposição exclusiva ao risco de base, isto é, exposto apenas a diferença entre o preço à vista e o preço futuro da trava realizada. A variância da carteira sintética com *full hedge* na equação 4 representa a variância da base, sendo o desvio-padrão a equação 5.

$$S^2(Rc) = S^2s + S^2f - 2.Cov \quad (4)$$

Onde:

S<sup>2</sup>s = Variância dos preços spot

S<sup>2</sup>f = Variância dos preços futuros

Cov = Covariância entre os preços à vista e futuros

$$S(Rc) = \sqrt{S^2(Rc)} \quad (5)$$

Onde:

S(Rc) = desvio-padrão da carteira

### 3.3. Modelo de *hedge* de mínima variância

Sobre o *hedge* de mínima variância, Figueiredo (2002), afirma que “essa técnica busca maximizar a eficiência da proteção obtida, quando usamos contratos futuros, procurando adequar eventuais perdas a ganhos financeiros no *hedge*”. A estratégia no final, gera um resultado entre o preço spot do mercado físico e o contrato futuro na data de contratação da proteção, mitigando o risco financeiro e assim, atingindo uma proteção mais eficiente.

Em suma, a estratégia consiste em determinar uma quantidade ótima de contratos futuros na abertura de uma posição, tratando-se na seguinte equação:

$$N = h^* \cdot \frac{T}{t} \quad (6)$$

Onde:

N = número ótimo de contratos

h\* = razão ótima de *hedge*

T = tamanho da exposição

t = tamanho do contrato futuro

O cálculo de h\* é demonstrado do seguinte modo:

$$h^* = \rho \cdot \frac{\sigma_s}{\sigma_f} \quad (7)$$

Onde:

h\* = razão ótima de *hedge*

ρ = coeficiente de correlação entre Δs e Δf

σ<sub>s</sub> = desvio padrão da variação do preço à vista (Δs)

σ<sub>f</sub> = desvio padrão da variação do preço futuro (Δf)

Os parâmetros ρ, σ<sub>s</sub> e σ<sub>f</sub> são estimados pelo método de Mínimos Quadrados Ordinários (MQO) ou OLS (*Ordinary Least Squares*), através das séries históricas de variações dos preços à vista (Δs) e dos preços dos contratos futuros (Δf), obtendo h\* que representa o coeficiente angular ou de inclinação da reta da regressão obtida.

$$\Delta S = \alpha + h\Delta f + u \quad (8)$$

Onde:

ΔS = variação no preço à vista

Δf = variação no preço do contrato futuro

α = parâmetro constante, isto é, não depende de Δf

h = inclinação da reta, isto é, a razão ótima de *hedge*

u = a variação de ΔS que não é explicada pelo modelo (*unknown*)

No tocante ao cálculo da efetividade dessa estratégia, conforme Hull, “A efetividade do *hedge* pode ser definida como a proporção da variância que é eliminada pelo *hedge*”. Ou seja, esse modelo visa minimizar o desvio padrão do preço, cujo valor é determinado pelo R<sup>2</sup> da regressão de ΔS frente a Δf, que é igual a ρ<sup>2</sup>. A efetividade é definida pela fórmula:

$$e = \rho^2 \quad (9)$$

Onde:

$e$  = eficiência do *Hedge*

$\rho^2$  = coeficiente de correlação entre  $\Delta s$  e  $\Delta f$

O valor de  $e$  será um número entre zero e um ( $0 < e < 1$ ), isto é, a efetividade do hedge de mínima variância varia de zero até um, no qual quando o valor tender a um ( $e \rightarrow 1$ ), a efetividade do *hedge* será alta, ou seja, quanto maior o nível de correlação entre as variáveis, maior a eficácia. Já se o valor de  $e$  tende a zero ( $e \rightarrow 0$ ), a efetividade do *hedge* será baixa, isto é, quanto menor o nível de correlação, menor a efetividade.

### 3.4. Dados utilizados na pesquisa

Foram utilizadas as séries históricas de preços diários da arroba do boi gordo (R\$/arroba) disponíveis pelo CEPEA (Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada), com preços adequados para a análise econômica, sendo um estudo das praças de São Paulo (SP) (indicador CEPEA/B3), Campo Grande (MS), Triângulo Mineiro (MG), Cuiabá (MT) e Goiânia (GO). Foram utilizados para os contratos futuros a série histórica dos preços diários de fechamento do boi gordo do pregão da B3.

O período analisado foi entre 2014 à 2018, escolhido por acessibilidade dos dados e por englobar um cenário recente com acontecimentos que afetaram diretamente o preço do ativo, como o início da recessão econômica no Brasil, em 2014, as fortes quedas no PIB (Produto Interno Bruto), em 2015 e 2016, e a estagnação econômica da economia brasileira em seguida.

Os cálculos foram feitos para dois períodos do ano: (i) o período considerado a safra do boi gordo, no qual os animais são finalizados em pasto, considerando o mês de maio, e analisando os meses que antecedem e sucedem a safra, abril e junho, respectivamente; e (ii) o período considerado a entressafra do boi gordo, no qual os animais são finalizados normalmente em confinamento e semiconfinamento, devido as baixas qualidades do pasto no inverno, sendo o mês de outubro o ápice, e analisando os meses que antecedem e sucedem a entressafra, setembro e novembro, respectivamente.

Foi considerado o início das travas da safra o início do ano, pois como o pasto não possui um custo crescente com o confinamento, então pode-se deixar por um período maior na pastagem. Já na entressafra, isto é, bois finalizados por meio de confinamento ou semiconfinamento, foi adotado o período médio de engorda de 120 dias, sendo a trava realizada no início do mês de julho, para liquidação em outubro, e que para os meses que antecedem e

sucedem a entressafra (setembro e novembro), a trava realizada no início de junho e agosto, respectivamente.

#### 4. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Foi elaborada uma síntese de dados estatísticos descritivos, na Tabela 2, na qual são descritos os preços máximos, mínimos, médios e os desvios-padrões anuais para as praças em análise.

**TABELA 2 – ESTATÍSTICA DESCRITIVA DOS PREÇOS DAS PRAÇAS DE SÃO PAULO, CAMPO GRANDE, TRIÂNGULO MINEIRO, CUIABÁ E GOIÂNIA (AO ANO) - EM R\$**

Ano	Estatística Descritiva	São Paulo	Campo Grande	Triângulo Mineiro	Cuiabá	Goiânia
2014	Máximo	145,48	137,80	138,34	131,14	137,34
	Mínimo	112,64	104,42	102,27	97,87	103,49
	Média	126,24	120,54	116,78	114,78	117,95
	Desvio-padrão	9,01	8,63	9,73	8,50	9,32
2015	Máximo	150,65	144,11	142,83	140,02	142,65
	Mínimo	139,03	130,99	128,60	124,15	126,79
	Média	145,40	137,58	135,76	131,29	135,45
	Desvio-padrão	2,76	3,13	3,17	4,10	3,43
2016	Máximo	159,49	144,73	147,74	138,64	145,67
	Mínimo	147,38	133,19	135,81	126,71	133,98
	Média	152,90	139,76	142,08	133,22	140,07
	Desvio-padrão	3,12	2,20	2,68	2,68	2,35
2017	Máximo	150,72	139,55	144,89	134,81	143,34
	Mínimo	122,80	113,66	119,79	114,51	114,72
	Média	138,77	129,68	133,46	125,89	127,77
	Desvio-padrão	7,33	6,82	7,08	5,63	7,69
2018	Máximo	153,50	146,83	148,82	135,06	143,39
	Mínimo	136,80	125,45	129,02	125,38	125,20
	Média	144,90	135,13	140,21	130,91	135,06
	Desvio-padrão	3,68	5,61	5,05	2,66	4,68

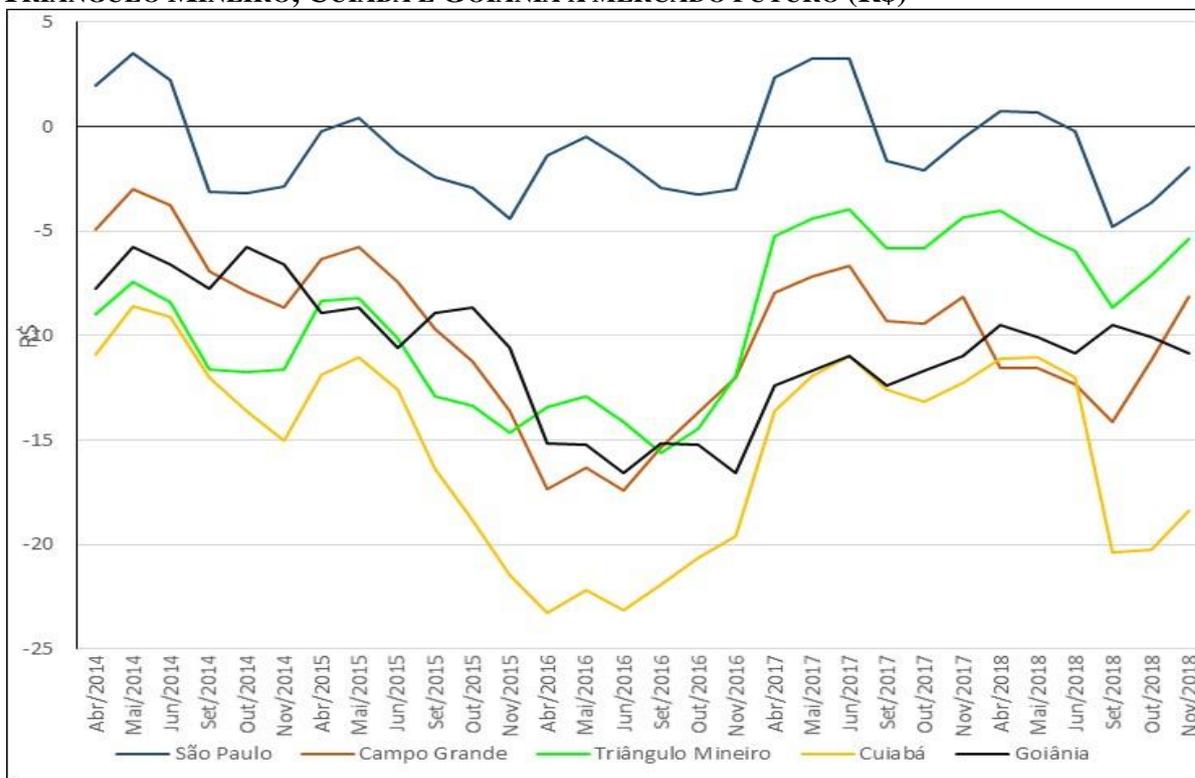
Fonte: CEPEA e B3. Elaboração: própria.

No ano de 2015, houve uma queda em torno de 9,6% do volume de abates de bovinos no Brasil em relação à 2014, devido ao início de recessão vivida no país, no qual houve uma queda no PIB (Produto Interno Bruto) de 3,5%, prejudicando o poder de compra do consumidor no mercado doméstico. Isto levou a uma queda na demanda dos frigoríficos por animais, que culminou na queda da produção. Com a diminuição da oferta de animais registrada em 2015, houve um aumento dos preços, em todas as praças em estudo, retomando o crescimento da oferta por parte dos pecuaristas em 2017, em torno de 3,9%, reflexo dos preços elevados da arroba em 2016, um dos estímulos para a retomada da produção.

Em seguida, a partir da relação do indicador de preços do mercado físico das praças de São Paulo (SP), Campo Grande (MS), Triângulo Mineiro (MG), Cuiabá (MT) e Goiânia(GO),

com os preços do mercado futuro da B3, foram calculadas o comportamento do diferencial de base<sup>iii</sup> das praças em relação aos preços do mercado futuro. No Gráfico 2, está exposto o diferencial de base médio que correspondem aos vencimentos dos contratos futuros em análise.

**GRÁFICO 1 – O COMPORTAMENTO DA BASE DAS PRAÇAS DE SÃO PAULO, CAMPO GRANDE, TRIÂNGULO MINEIRO, CUIABÁ E GOIÂNIA X MERCADO FUTURO (R\$)**



Fonte: Dados da pesquisa com os preços do CEPEA e B3.

Nota-se um nível maior no diferencial de base médio da praça de Cuiabá, na qual atingiu um preço mínimo de R\$ 126,71 (Tabela 2) no ano de 2016, com uma média aproximada de R\$ 23,00 a menos que os preços futuros, sendo uma das possíveis explicações a queda na demanda por carne no mercado interno devido a recessão econômica.

**TABELA 3 – COMPARAÇÃO DAS MÉDIAS DOS DESVIOS-PADRÕES E O NÍVEL DE EFICIÊNCIA DO HEDGE AS PRAÇAS DE SÃO PAULO, CAMPO GRANDE, TRIÂNGULO MINEIRO, CUIABÁ E GOIÂNIA, COM OS FUTUROS DA B3**

Praça	Estratégia	Desvio padrão		Eficiência	
		Safra	Entressafra	Safra	Entressafra
São Paulo	Sem <i>hedge</i>	3,56	4,20	-	-
	Full <i>hedge</i>	2,14	3,10	39,9%	26,4%
	Mín. Var.	1,29	2,10	63,9%	50,1%
Campo Grande	Sem <i>hedge</i>	3,22	4,21	-	-
	Full <i>hedge</i>	1,86	3,95	42,4%	6,1%
	Mín. Var.	1,17	2,87	63,8%	31,8%
Triângulo Mineiro	Sem <i>hedge</i>	3,66	4,46	-	-
	Full <i>hedge</i>	2,45	3,58	32,9%	19,7%
	Mín. Var.	1,43	2,56	60,8%	42,5%
Cuiabá	Sem <i>hedge</i>	3,47	3,48	-	-
	Full <i>hedge</i>	2,42	3,44	30,4%	1,2%
	Mín. Var.	1,68	2,38	51,7%	31,7%
Goiânia	Sem <i>hedge</i>	3,86	4,21	-	-
	Full <i>hedge</i>	2,61	3,53	32,4%	16,0%
	Mín. Var.	1,65	2,47	57,2%	41,3%

Fonte: Dados da pesquisa com os preços do CEPEA e B3.

Com a comparação das eficiências obtidas a partir das estratégias de *full hedge* e mínima variância frente ao modelo sem *hedge* em relação a praça de São Paulo, no período de safra nota-se uma eficiência baixa em torno de 40% no cenário em que o player protege totalmente sua carteira, no qual a exposição ao diferencial de base torna essa operação volátil, enquanto que no método de mínima variância a eficiência sobe pra quase 64%, em média, aumentando em 24% a eficiência da proteção. Já no tocante ao período de entressafra, a utilização de um nível ótimo de contratos chegou a uma eficiência de 50%, enquanto a proteção total atingiu uma eficiência em 26%.

A praça de Campo Grande, nos períodos de safra ao longo da série analisada, foi observado, em média, uma eficiência em torno de 20% maior no método de hedge ótimo em comparação à estratégia de *full hedge*, mostrando-se eficaz durante o período de safra em Mato Grosso, diminuindo o risco de base durante a safra na média de 60%. No entanto, no tocante a entressafra, nota-se um descolamento do mercado físico com o mercado futuro durante o primeiro ano de recessão da economia brasileira, no qual o método de mínima variância atingiu uma eficiência de 31%, enquanto a proteção total dos ativos se igualou ao modelo sem *hedge*, no qual o número de contrato ótimos foi igual a zero, isto é, o método mostrou que devido ao descolamentos dos preços físicos com os futuros, o ideal seria não realizar o *hedge*, e com isso, atingindo o mínimo de risco de base no período.

No que se refere a praça do Triângulo Mineiro, no qual o modelo de mínima variância diminuiu o risco de base durante as safras em torno de 60%, na média, sendo que, em comparação ao modelo *full hedge*, foi superior durante a safra em torno de 30%. No tocante a entressafra, o hedge ótimo mostrou uma eficiência de diminuição do risco de base em média em 42%, enquanto a proteção total obteve uma eficiência baixa em torno de 20%, mostrando-se pouco eficaz em relação a não efetuação da proteção dos preços.

É perceptível para a praça de Cuiabá, uma eficiência do modelo de mínima variância em média de 52% no período de safra, em torno de 20% mais eficaz na redução do risco em relação ao *full hedge*, que obteve uma eficiência baixa de 30%. Em relação ao período de entressafra, mostra-se uma eficácia em média de 31% no método de *hedge* ótimo, enquanto que a proteção total obteve uma eficiência nula, devido ao aumento do diferencial de base.

Já a eficiência do *hedge* para a praça de Goiânia, nota-se uma eficiência do modelo de mínima variância em torno de 57%, superior em média de 25% ao modelo de *full hedge*, enquanto que na entressafra, a eficiência média foi em torno de 41% para o método de *hedge* ótimo e a proteção total se mostrou pouco eficaz para minimizar o desvio-padrão.

Dado as simulações realizadas para os períodos de safra e entressafra, é observado uma maior efetividade da estratégia de mínima variância em relação ao *full hedge*, mostrando-se mais eficiente no que condiz com a redução do risco de base. A estratégia de não realizar o *hedge* se mostrou eficiente no período de entressafra para as praças de Campo Grande e Cuiabá. É importante ressaltar que pode ser calculado outros períodos de duração do *hedge*, dependendo de cada realidade dos pecuaristas e frigoríficos.

Em relação ao período de duração do *hedge* analisado nessa pesquisa, é percebido uma oscilação da taxa ótima de *hedge* a partir do modelo de mínima variância, que na prática afeta a decisão da quantidade de contratos futuros a serem negociados no mercado futuro, podendo vir a comprometer os resultados dos players, e, para evitar isso, é necessário recalcular constantemente a taxa ótima dos contratos futuros, principalmente em momentos de descolamento dos preços do mercado físico em relação ao mercado futuro e em determinados casos o encerramento da posição no mercado futuro, quando a taxa ótima tender a zero.

## 5. CONCLUSÃO

Com a apresentação dos resultados encontrados nos cálculos desta pesquisa, foi observado que os preços do boi gordo são marcados por fortes oscilações dentro dos períodos de safra e entressafra, com isso justificando a necessidade dos pecuaristas e frigoríficos de se

realizar uma proteção com os contratos futuros e de buscar métodos e estratégias mais eficazes para tal, que no caso deste trabalho foram analisadas as estratégias descritas anteriormente para maximizar seus resultados. Para isso, é necessário conhecer a correlação de cada praça em relação ao contrato futuro e o risco de base, isto é, o desvio-padrão.

Dado isso, o risco de base se eleva no método de *full hedge*, no qual o desvio aumenta no final do período de safra e entressafra, afetando os resultados do *hedge* realizado pelos *players*. Devido ao método de mínima variância definir uma taxa ótima de contratos a ser negociados com operações no mercado futuro, se mostra mais eficaz que o modelo de *hedge* simples e do modelo sem *hedge*, na maioria dos momentos, pois minimiza o risco de base entre as praças, proporcionando maior eficiência na eliminação de volatilidade do preços, na média. Dessa forma, pecuaristas e frigoríficos que buscam maximizar seus resultados não devem negociar no mercado futuro todas as suas vendas e compras no mercado físico, mas sim um nível ótimo delas, levando a maximização das operações de *hedge* do boi gordo.

Este estudo contribui para que os *players* do mercado da pecuária analisem taxas ótimas a serem negociadas no mercado futuro e atualiza resultados obtidos em estudos passados.

A limitação deste trabalho se dá pelo fato de não levar em consideração os testes de significância, podendo invalidar os resultados obtidos pelo método de mínima variância. Entretanto, este estudo poderá ser aprofundado com ferramentas econométricas mais robustas para a determinação do nível ótimo de contratos futuros, que maximize a efetividade do *hedge* na pecuária de corte.

Os resultados obtidos neste presente trabalho atualizaram um tema relevante para a gestão de risco dos preços na bovinocultura de corte para as praças de São Paulo (CEPEA/B3), Campo Grande (MS), Triângulo Mineiro (MG), Cuiabá (MT) e Goiânia (GO) utilizando os contratos futuros disponíveis na B3, podendo os resultados ser aplicados nas decisões dos *players* desse mercado, em relação ao *hedge* e sua eficiência. Como futura pesquisa, é indicado a aplicação de modelos mais sofisticados para a análise em questão e para outras commodities agrícolas.

## 6. REFERÊNCIAS

**Brasil, Bolsa e Balcão – B3.** Cotação do mercado futuro do boi gordo. Disponível em: <[http://www.bmfbovespa.com.br/pt\\_br/servicos/market-data/cotacoes](http://www.bmfbovespa.com.br/pt_br/servicos/market-data/cotacoes)> Acesso em Mar. 2018.

**Centro de estudos avançados em economia aplicada – CEPEA.** Indicador do boi gordo. Disponível em: <<https://www.cepea.esalq.usp.br/br/indicador/boi-gordo>> Acesso em Mar.2018.

**Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE.** Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9203-pesquisas-trimestrais-do-abate-de-animais>>.

HULL, J. C.. **Opções, Futuros e outros Derivativos.** 9ª edição. Porto Alegre. Bookman, 2016.

JÚNIOR, A. G. V.; OLIVEIRA NETO, O. J.; MACHADO, W. B.; REZENDE, S. O.. **Efetividade de *Hedging* do milho no mercado futuro da BM&FBovespa para as principais praças produtoras do Brasil.** Conjuntura Econômica Goiana, n° 34, set. 2015.

MARTINS, A. G.; AGUIAR, D. R.. **Efetividade do *hedge* de soja em grão brasileira com contratos futuros de diferentes vencimentos na Chicago Board of Trade.** Revista de Economia e Agronegócio, v.2, n.º 4, p. 449-472, 2004.

MARTINS, L. A.. **Avaliação do uso de derivativos agrícolas no Brasil: os fatores que determinam o sucesso ou fracasso dos contratos negociados da BM&F.** Tese (Mestrado em Administração de Empresas) – Fundação Getúlio Vargas – FGV, 2003.

MAIA, F. N. C.S.; AGUIAR, D. R. D. **Estratégias de *hedge* com os contratos futuros de soja da Chicago Board of Trade.** Gestão & Produção, v. 7, n° 3, p. 617-626, 2010.

RODRIGUES, M. A. **Ensaio sobre eficiência nos mercados agropecuários.** Tese (Doutorado em Economia Aplicada) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – Esalq/USP, 2015.

OLIVEIRA NETO, O. J. **Análise das operações de *hedge* do boi gordo no mercado futuro da BM&F para o estado de Goiás.** Dissertação (Mestrado em Agronegócio) – Universidade Federal de Goiás, Programa de Pós-Graduação em Agronegócio, 2008.

SILVEIRA, R. L. F.. **Análise das operações de *cross hedge* do bezerro e do *hedge* do boi gordo no mercado futuro da BM&F.** Dissertação (Mestrado em Ciências, Economia Aplicada) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – Esalq/USP, 2002.

SOUZA, W. A. R.; COSTA, A. R. R.; CAVALCANTE, T. S. B.; ZANCAN, C.; MARQUES, P. V. **Avaliação de estratégias de *hedge* para o risco de preço do café do Brasil com o uso de contratos futuros da BM&FBovespa.** Ver. Adm. UFSM, Santa Maria, v. 10, n° 5, p. 908-928, 2017.

---

<sup>i</sup> Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA).

<<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/politica-agricola/agropecuaria-brasileira-em-numeros>>

<sup>ii</sup> Por escolha do autor para comparação.

<sup>iii</sup> O risco de base é a diferença entre o ativo hedgeado e o preço futuro do contrato, conforme Hull (2019).  
Base = Preço do ativo sendo hedgeado – Preço futuro do contrato.