



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
FACULDADE DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO, ATUARIAS E CONTABILIDADE
CURSO DE FINANÇAS

CARLOS ANDRÉ DA SILVA TOMÁZ

**A EFICIÊNCIA HEDGE NO MERCADO DE COMMODITIES: UMA ANÁLISE PARA
UMA EMPRESA DO SETOR DO AGRONEGÓCIO**

FORTALEZA
2022

CARLOS ANDRÉ DA SILVA TOMÁZ

**A EFICIÊNCIA HEDGE NO MERCADO DE COMMODITIES: UMA ANÁLISE PARA
UMA EMPRESA DO SETOR DO AGRONEGÓCIO**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Finanças, da
Faculdade de Economia Administração
Atuária e Contabilidade como requisito para
obtenção do título de Bacharel em Finanças.

Orientador: Profº. Dr. Vitor Borges Monteiro

FORTALEZA

2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

T1e Tomáz, Carlos André da Silva.
A Eficiência Hedge no Mercado de Commodities: Uma Análise para uma empresa do
setor do Agronegócio! Carlos André da Silva Tomáz - 2022.
27 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará,
Faculdade de Economia, Administração, Atuária e Contabilidade, Curso de Finanças,
Fortaleza, 2022.

Orientação: Prof. Dr. Vitor Borges Monteiro.

1. Mercado de derivativos. 2. Estratégia hedge em commodities. 3. Mercado futuro. I. Título.

CDD 332

CARLOS ANDRÉ DA SILVA TOMÁZ

A EFICIÊNCIA HEDGE NO MERCADO DE COMMODITIES: UMA ANÁLISE
PARA UMA EMPRESA DO SETOR DO AGRONEGÓCIO

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Finanças, da
Faculdade de Economia Administração
Atuária e Contabilidade, como requisito para
obtenção do título de Bacharel em Finanças.

Aprovada em: __/__/____.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Vitor Borges Monteiro (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Leandro de Almeida Rocco
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Pablo Urano de Carvalho Castelar
Universidade Federal do Ceará (UFC)

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por toda sabedoria até aqui e por me dá forças para lutar por um futuro melhor.

A minha mãe Terezinha e ao meu pai Francisco por todo o apoio que me deram e por ter vindo do interior morar comigo aqui enquanto eu estudava.

A minha irmã Renata, por sempre me apoiar e me ajudar quando mais precisei e por sempre me incentivar a estudar e focar em um futuro melhor.

Ao meu cunhado Alceu, por todo apoio e ensinamentos até aqui e por estar presente nos momentos mais importantes dessa trajetória.

Ao meu orientador Vitor Borges pela orientação e por ter me dado um norte de qual caminho seguir e qual melhor modelo a aplicar para fazer esse trabalho.

Ao meu sobrinho Kaell que por ser sinônimo de dedicação e foco em tudo que faz, e por estar sempre presente nos melhores e piores momentos da minha vida além de sempre ter orgulho de mim e de quem eu tenho me tornado.

Ao meu gestor Wellington, pelos ensinamentos que tem me proporcionado até hoje, por incentivar a estudar, me apoiar sempre e por todas as oportunidades e confiança em meu trabalho.

A minha gestora Tânia por transmitir conhecimentos sobre o mercado de commodities e a cotação das commodities o que fez me interessar tanto por esse tema.

De coração esse é os meus sinceros agradecimentos por toda contribuição que vocês me deram para chegar até aqui. Obrigado!

RESUMO

A utilização de *hedge* em mercado de derivativos tem se tornado cada vez mais importante, devido à alta volatilidade em *commodities* agrícolas. Só no ano de 2020, devido a pandemia da covid-19, *commodities* como milho, soja e trigo, tiveram aumentos consideráveis nos níveis de preços, o que fez com que as empresas passassem a utilizar o mercado futuro como método para reduzir o risco de oscilações de preços. Este trabalho apresenta uma análise de uma empresa do setor do Agronegócio utilizando os preços do mercado à vista (preço pago pela empresa para a compra das *commodities*), como também os preços do mercado futuro (preços negociados através de contratos futuros da bolsa de Nova York e Chicago). Através desses preços à vista e futuro, foi feita a análise tendo em vista verificar se o mercado *hedge* era eficiente através da metodologia de portfólios sintéticos propostas por Leuthoud, Junkus e Cordier (1989). Utilizando as carteiras ausente de *hedge*, de variância mínima e eficiente, foi possível verificar que a carteira de variância mínima era a mais eficiente, ou seja, utilizando o mercado futuro na mesma proporção que compra no mercado à vista.

Palavras Chaves: Mercado de derivativos, estratégia *hedge* em commodities, mercado futuro.

ABSTRACT

The use of hedging in the derivatives market has become increasingly important, due to the high volatility in agricultural commodities. Only in 2020, due to the covid-19 pandemic, commodities such as corn, soybeans and wheat had considerable increases in price levels, which caused companies to use the futures market as a method to reduce risk. of price fluctuations. This paper presents an analysis of a company in the Agribusiness sector using spot market prices (price paid by the company for the purchase of commodities), as well as futures market prices (prices negotiated through futures contracts on the New York Stock Exchange). and Chicago). Through these spot and future prices, an analysis was made in order to verify if the hedge market was efficient through the synthetic portfolio methodology proposed by Leuthoud, Junkus and Cordier (1989) using the portfolios without hedge, with minimum and efficient variance. , where it was possible to verify that the minimum variance portfolio was the most efficient, that is, using the futures market in the same proportion as buying in the spot market.

Keywords: Derivatives market, commodity hedging strategy, futures market.

LISTA DE GRÁFICOS, TABELAS E FIGURAS

Gráfico 01 -----	Pág.20.
Variação do preço do trigo futuro e físico (2015 a 2020)	
Gráfico 02 -----	Pág.20.
Variação do preço do trigo futuro e físico (2019 e 2020)	
Gráfico 03 -----	Pág.23.
Carteira mesclada entre físico e futuro do farelo de trigo.	
Gráfico 04 -----	Pág.24.
Carteira mesclada entre físico e futuro do farelo de soja	
Gráfico 05 -----	Pág.25.
Carteira mesclada entre físico e futuro do milho	
Tabela 01 -----	Pág.21.
Simulação de redução de custos utilizando contratos futuros junho e julho 2019	
Tabela 02 -----	Pág.21.
Simulação de redução de custos utilizando contratos futuros junho e julho 2020	
Tabela 03 -----	Pág.22.
Resultados estatísticos para o farelo de trigo	
Tabela 04 -----	Pág.23.
Resultados estatísticos para o farelo de soja	
Tabela 05 -----	Pág.24.
Resultados estatísticos para o milho	
Figura 01 -----	Pág.26.
Teste da Efetividade Hedge no Farelo de Trigo	
Figura 02 -----	Pág.27.
Teste da Efetividade Hedge no Farelo de Soja	
Figura 03 -----	Pág.27.
Teste da Efetividade Hedge no Milho	

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	10
2. O MERCADO DE COMMODITIES NO BRASIL	12
2.1 Produção e Contratos Futuros de Milho.....	13
2.2 Produção e Contratos Futuros de Soja e Farelo de Soja.....	14
2.3 Produção e Contratos Futuros do Farelo de Trigo.....	14
3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA / REVISÃO DA LITERATURA.....	15
4. METODOLOGIA.....	17
5. RESULTADOS	19
6. CONCLUSÃO	28
REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA	29

1. INTRODUÇÃO

A alta dos preços das *commodities* tem feito com o que as empresas passem a adotar estratégias de redução de risco do mercado, chamadas de operações de *hedge*, visto que a volatilidade das *commodities* ocorre por descasamento entre forças de oferta e demanda, já que o setor primário se encontra vulnerável aos fenômenos naturais. Essa volatilidade é amplificada quando as economias nacionais também sofrem oscilações na variação cambial, ou seja, a valorização do dólar faz com o que o preço dessas *commodities* também aumentem em moeda nacional. No início da pandemia da covid-19, dada a oscilação do mercado, foi possível observar a alta contínua de preços de trigo, milho e soja, tendo uma valorização de quase 100% no nível de preços em comparação com anos anteriores (OLIVEIRA, 2021).

O aumento contínuo do preço das *commodities* aumenta o custo de produção e, conseqüentemente, o preço do produto vendido, fazendo com o que as empresas que têm melhores estratégias de *hedge* consigam se manter no mercado, ou serem as líderes do mercado. Diante disso, este trabalho visa analisar se a utilização do *hedge* na proteção do risco de preços favorece de forma positiva a empresa objeto do presente estudo, tendo com isso, redução nos custos com produção e criando estratégias para manter o nível de preços das *commodities*, ou até mesmo, reduzir os custos de produção através de operações no mercado futuro. Além disso, a pesquisa busca descrever como a empresa pode agir na tomada de decisão na compra de *commodities* diante de diferentes estratégias, caso a utilização do *hedge* seja eficiente.

Para Assaf Neto (2008), *hedge* é uma proteção contra riscos oriundos de situações desfavoráveis que modificam os preços dos ativos, funcionando como uma segurança para reduzir ou até mesmo eliminar o risco. As operações de *hedge* podem ser feitas com negociações de derivativos. Segundo o autor, derivativos são instrumentos financeiros que se originam (dependem) do valor de um outro ativo, tido como ativo de referência. Um contrato derivativo não apresenta valor próprio, derivando-se do valor de um bem básico (*commodities*, ações, taxas de juros etc.). Os principais contratos derivativos são: i) Contrato futuro, com forma de contrato padronizado, negociado em bolsa e com elevada regulação e; ii) Contrato a termo, com forma de contrato personalizado, negociado em mercado de balcão e com pouca regulação.

De Jesus, Oliveira e Maia (2022) argumentam que o mercado futuro, através dos contratos futuros, proporciona ao agente econômico denominado de *hedger* se proteger da volatilidade do mercado à vista. Os contratos futuros permitem tal agente "travar" o preço do produto financeiro até a data de vencimento mediante o pagamento de um prêmio à contraparte da negociação, ou seja, o *hedger* pode eliminar o risco da variação do preço de mercado via uma operação de *hedge*.

A *Alfa Agroindustrial*, nome fictício da empresa objeto do presente estudo, encontra-se no setor do Agronegócio, e tem como principal foco a produção e comercialização de rações para animais e aves, como exemplo rações para frango, galinha poedeira, cavalos, gatos e cachorros, dentre outros. O seu consumo de matérias primas é centralizado no farelo de trigo, farelo de soja e milho, os quais, por sua vez, fazem parte de quase 50% da formulação das rações.

O uso do mercado *hedge*, vem sendo motivado atualmente devido à grande variação do preço de *commodities*, seja ela soja, milho ou trigo, que tem o preço atrelado a cotação do dólar. Indústrias que utilizam essas *commodities* para a produção de ração de equinos, suínos, aves etc., e as vende no mercado, fazem com o que o custo da matéria-prima contribuía consideravelmente com o preço final do produto, visto que quanto maior o preço da soja ou trigo, maior será o preço do produto produzido. Por exemplo, uma fábrica que consome 2.300 toneladas em média de trigo por mês, a variação de R\$ 0,50 no preço do trigo afeta o custo de produção em R\$ 1.150.000 reais.

Empresas que tem boas estratégias de *hedge* conseguem ter receitas maiores devido aos diversos produtos financeiros oferecidos no mercado futuro e de derivativos, para a tomada de decisão de compra da matéria-prima consumida. Essas estratégias de mercado, de modo geral, afeta toda a empresa, visto que o menor preço da matéria-prima diminui o custo de produção, reduzindo assim o preço da unidade vendida, o que aumenta as vendas e conseqüentemente o lucro da firma.

A empresa *Alfa Agroindustrial* compra a matéria prima conforme a demanda pelo produto, baseando-se tanto na previsão de consumos que a fábrica passa para o setor de suprimentos como também no comportamento do preço do produto vendido, onde caso haja aumento exacerbado no preço do produto há uma redução no nível de consumo, sendo substituído por outra matéria-prima que atenda os mesmos valores nutricionais.

A pesquisa realizada foi de caráter qualitativa e quantitativa, sendo utilizados dados históricos para estimar e analisar modelos e estratégias que podem ser utilizadas pela empresa para obter ganhos. Com isso, foram calculadas as taxas de risco do preço do farelo de soja, milho e farelo de trigo com uso do mercado futuro da Bolsa de Nova York (NY), sendo utilizado estratégia sem *hedge*, *hedge* simples (Naive) e *hedge* estático ou de variância mínima. Com isso, foram comparados os resultados e a efetividade do *hedge*, ou seja, verificado qual seria o melhor modelo a ser utilizado pela empresa para obter ganhos na compra da matéria-prima. Esses resultados foram encontrados através da construção de portfólios sintéticos com posições à vista (Preços pagos pela empresa *Alfa*) e futuro (dados históricos de preço do mercado futuro da Bolsa de NY). através da metodologia proposta por de Leuthold, Junkus e Cordier (1989).

A próxima seção faz uma explanação sobre o mercado de milho, soja e trigo, bem como as características das suas negociações em mercado futuro. Na sequência, a fundamentação teórica apresenta alguns trabalhos sobre o uso de estratégias de *hedge* com contratos futuros de *commodities*. Posteriormente, a seção de metodologia proposta por de Leuthold, Junkus e Cordier (1989) e a análise dos resultados com exemplos práticos para cada *commodities* estudada, visando verificar a efetividade dos modelos. Por fim, as considerações finais.

2. O MERCADO DE COMMODITIES NO BRASIL

As *commodities* têm importância mundial na produção de produtos básicos para alimentação, seja humana ou animal. No Brasil, soja, milho, minério de ferro, petróleo e açúcar estão entre as *commodities* de maior produção. Esses produtos são negociados em bolsa de valores, dentre elas a B3 (Bolsa do Brasil), Bolsa de Nova York e Bolsa de Chicago e, suas cotações são atreladas ao dólar e baseadas na lei da oferta e da demanda, o que pode ser influenciado tanto por fatores climáticos, como também políticos e econômicos, tendo com isso, grande sensibilidade sobre o preço vendido. Vale destacar que os países exportadores de matérias primas tendem a possuir superávits na balança comercial, apreciando o câmbio, esse fenômeno é chamado de doença holandesa e pode ser visto em Monteiro e Penna (2020).

2.1 Produção e Contratos Futuros de Milho.

O milho é uma das principais *commodities* de produção agrícola brasileira, só entre 2020 e 2021 foram mais de 100 milhões de toneladas sendo destinadas a consumo e produção de diversos outros alimentos. Segundo o Portal Canal Rural¹, o Brasil ocupou o 3º lugar na produção de milho mundial em 2020, estando abaixo apenas da China e dos Estados Unidos. Aproximadamente 40% da produção de grãos do país corresponde a produção de milho, estando em 2º na produção nacional, perdendo apenas para a soja. O milho, como as demais *commodities* agrícolas, tem seus preços definidos pela lei da oferta e da demanda e, em períodos de safras menores do que o normal tende a elevar o seu preço, já que demanda constante e produção menor provoca elevação no preço.

Diante disso, as empresas podem usar estratégias de *hedge* ao negociarem contratos futuros de milho em bolsa de valores, comprando o milho futuro para que no momento da colheita da safra não tenham o risco de pagar um preço mais elevado caso ocorra uma oscilação no preço da compra, motivado pela quebra de safra como exemplo. No caso da empresa *Alfa*, sabendo que vai precisar consumir o milho em março ela pode comprar essa *commodities* no mercado futuro tendo em vista obter ganho ao chegar próximo ou no encerramento do contrato.

Vale destacar que essas negociações futuras são chamadas de mercado de derivativos, onde há os contratos futuro, a termo e opções. Quando a negociação de um contrato para data futura ocorre diretamente com o fornecedor, em quantidades encomendadas ou personalizadas, esse contrato é chamado de contrato a termo, com características de mercado de balcão.

Diferentemente do mercado a termo, no mercado futuro os contratos são padronizados e negociados em bolsa de valores. Os contratos do milho negociados na bolsa têm vencimento em Janeiro (F), Março (H), Maio (K), Julho (N), Agosto (Q), Setembro (U) e Novembro (X) e seu código é CCM + Mês de vencimento do contrato

¹ MILHO: conheça a história do grão no Brasil. **Canal Agro**, ESTADÃO, 24 jan. 2021. Disponível em: <https://summitagro.estadao.com.br/noticias-do-campo/dia-nacional-do-milho-conheca-a-historia-do-grao-no-brasil/>. Acesso em: 14 dez. 2021.

+ o ano. Um exemplo é se quisesse comprar um contrato de milho futuro com vencimento em novembro de 2022, o código CCMX22, definido contrato de compra no mercado futuro. Esses contratos são negociados em tamanho específico, ou seja, padronizados, sendo 450 sacas de 60 kg na B3 e de 5.000 buschel, equivalente a 127 toneladas, para contratos na bolsa de Nova York.

2.2 Produção e Contratos Futuros de Soja e Farelo de Soja.

O farelo de soja é uma matéria prima extraída da soja, sendo bastante utilizada na produção de rações para aves. Seu processo de produção passa por uma moagem, reduzindo assim a concentração da proteína. Ele era utilizado como uma opção de verão em períodos que o farelo de trigo tem produção reduzida e, sua utilização ganha força a partir dos anos 60 quando a sua produção começou a ser bastante utilizada para a produção de rações para suínos e aves. O Brasil alcançou o maior volume de soja produzido no mundo em 2020, com 126 milhões de toneladas, superando os EUA. Em 2021 (Dados da Stonex), até outubro, o Brasil já tinha produzido 124,35 milhões de toneladas de farelo de soja, este por sua vez, vem sendo um dos produtos mais vendidos da indústria de soja, e tendo os seus preços que variam de acordo com o seu teor de proteína.

Para negociação no mercado futuro, pode ser feito através da B3 comprando contratos futuros da soja, dado que eles têm correlação positiva entre preços. No caso da negociação pela B3, é possível negociar as sacas do produto, sendo 450 sacas de 60 kg com vencimentos em Março (H), Abril (J), Maio (K), Junho (M), Julho (N), Agosto (Q), Setembro (U) e Novembro (X). Além disso, é possível negociar contratos futuros do farelo de soja 48%, podendo ser negociado pela Bolsa de Chicago ou Nova York como exemplo, o que tem como diferença nos vencimentos de contratos, já que o seu vencimento se dá nos meses de Janeiro (F), Março (H), Maio (K), Julho (N), Agosto (Q), Setembro (U), Outubro (V) e Dezembro (Z).

2.3 Produção e Contratos Futuros do Farelo de Trigo.

O trigo hoje é um dos cereais mais cultivados no mundo, estando em segundo lugar no ranking de produção mundial, perdendo apenas para o milho. Um estudo feito

por Coêlho (2020) sobre a produção e mercados de trigos mostra que o Brasil é o décimo sexto maior produtor de trigo do mundo, porém as suas importações do produto são maiores do que as suas exportações, isso porque a produção do trigo no país não consegue suprir o seu consumo interno, haja vista que a produção corresponde a pouco mais de 50% do consumo interno. Isso ocorre devido à alta demanda da farinha de trigo e derivados para o consumo humano como também para o consumo animal.

Por possuir fibra o trigo é um dos mais indicados na dieta de animais de competição, como o cavalo, visto que a fibra é fonte de energia. No período da pandemia da covid-19, foi possível observar o aumento nos preços do farelo de trigo, principalmente em 2020, este por sua vez se deu por conta do aumento das restrições e isolamento social que provocaram um desequilíbrio entre a oferta e a demanda de *commodities* no mercado internacional. Como também, por conta da alta do consumo da farinha de trigo visto que as pessoas passaram mais tempo em casa e isso aumentou a quantidade de refeições feitas em casa (COÊLHO, 2020).

O farelo de trigo futuro pode ser negociado na Bolsa de Nova York e tem contratos futuro de 5.000 buschel, que representa em torno de 136 toneladas métricas, e os meses de vencimento são Março (H), Maio (K), Julho (N), Setembro (U) e Dezembro (Z).

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA / REVISÃO DA LITERATURA

A atuação especulativa no mercado de *commodities* agrícolas tem sido bastante utilizada atualmente devido às fortes oscilações nos preços, principalmente após a pandemia de Covid-19. Com isso, as operações de *hedge*, tendo em vista a proteção de mercado, o que é denominado de “risk mangament” ou gerenciamento de risco, ganham importância para os players que atuam diretamente com *commodities*. A literatura sobre o tema busca principalmente mostrar estratégias eficientes de maximizar lucros e reduzir riscos ao se utilizar os instrumentos financeiros do mercado de derivativos.

Raabe, Staduto e Shikida (2006) fizeram um estudo sobre a efetividade *hedge* no mercado futuro de açúcar utilizando a bolsa de mercadorias e futuros de Nova York, Londres e a B3 (Bolsa do Brasil), em relação ao mercado físico do açúcar. Eles

utilizaram o método dos mínimos quadrados ordinários (MQO) do preço à vista com o preço futuro, verificando quais das três tem maior efetividade em relação ao mercado físico, nos resultados eles conseguiram observar que a B3 é a que representa maior efetividade *hedge* no mercado do açúcar onde para eles isso se dá devido aos preços praticados com os mercados internacionais não serem tão correlacionados com o preço praticados no mercado interno.

Figueredo (2008) analisou as operações de *hedge* do boi gordo no mercado futuro, utilizando a CEPEA e a B3 para obtenção dos preços à vista e futuro tendo em vista verificar o risco de base, a razão de *hedge* ótima e efetividade do *hedge*. Utilizaram métodos econométricos nas séries de preços à vista e futuro entre janeiro de 1997 e outubro de 2007 (10 anos), para verificar a relação do mercado a vista com o futuro e se eles tinham influência. Nos seus resultados foi possível observar que há uma diminuição de 90% do risco ao ser utilizado operações *hedge*.

Souza, Filho e Marques (2012) analisaram o mercado de soja no Centro-Oeste objetivando verificar a eficiência da estratégia *hedge* simultâneo para a produção de soja com a taxa de câmbio e os contratos futuros de soja, utilizando como base a B3 para o preço futuro e o dólar americano. Fazendo testes probabilísticos de Monte Carlo (Método numérico que é utilizado para verificar possíveis resultados de um evento incerto), foi possível verificar a eficiência do *hedge* simultâneo pela redução da variância da receita total. Eles concluíram com isso que a estratégia de *hedge* simultâneo é eficiente para o mercado de soja para produtores do Centro-Oeste, visto que ao utilizar *hedge* de preços há uma transferência maior do risco de preços atribuídos ao produtor.

Souza et.al (2013) fizeram um trabalho sobre o comportamento e previsão da base de soja com contratos futuros da CBOT (Chicago Board of Trade), onde base é a diferença de preço do mercado físico e futuro, enfraquece, ou fortalece, e se diz que tem um fortalecimento de base caso o preço à vista aumente em relação ao futuro e enfraquecimento de base caso o preço diminua em relação ao futuro. Com o trabalho conseguiram verificar que entre os meses de maio e setembro se tinha um fortalecimento de base dado que este período é o de desenvolvimento da safra. Além disso eles evidenciaram também que o risco de base se dá de forma atípica, ou seja, isso geralmente acontece em períodos de quebra de safra como exemplo.

Zavaglia (2010) analisou a rentabilidade dos contratos futuros de opções das *commodities* agrícolas, soja e milho, frente ao mercado físico, para verificar a efetividade das operações *hedge* nessas *commodities*. Para isso utilizou um histórico das seis safras de milho e soja iniciando-se no ano de 2004 e utilizando simulações de operações criadas pelo sistema de fixação de preço no período do plantio da safra. Os resultados das simulações conseguiram identificar a efetividade das operações *hedge* onde o travamento do preço garantiu a sua receita tendo com isso uma significativa rentabilidade.

De Jesus, Oliveira e Maia (2022) fazem estimações das razões ótimas e efetividades do *hedge* através de um modelo GARCH-BEKK. Para fins de comparação também usaram um modelo estático, neste caso, o modelo MQO. As *commodities* que possuem contratos futuros na B3 escolhidas foram o açúcar cristal, o boi gordo, o café arábica 6/7, o etanol hidratado, o milho e a soja. A janela temporal usada foi de dezembro de 2013 até dezembro de 2016 com frequência diária. Os resultados apontam que estimar as razões e a efetividade do *hedge* considerando a totalidade da amostra não produz uma cobertura do *hedge* satisfatória. Entretanto, quando se trata as quebras estruturais a partir do fracionamento das séries e aplica-se um filtro Hodrick-Prescott, o desempenho melhora de forma significativa.

4. METODOLOGIA

Para construção do portfólio sintético foram utilizados os retornos dos preços à vista e futuro das *commodities* trigo, milho e farelo de soja, como também o risco financeiro, onde este é a variância total do portfólio, sendo utilizado de início os dados de 2015 a 2020 para traçar o gráfico e verificar o comportamento de preços entre o mercado físico e futuro. Desses dados foram utilizado o período de 2018 a 2020 para verificar a efetividade do modelo e qual seria a melhor estratégia a ser utilizada. Conforme o trabalho de Leuthold, Junkus e Cordier (1989), o retorno esperado de um portfólio com dois ativos pode ser expresso como:

$$E(Rp) = XsE(Rs) + XfE(Rf) \quad (1)$$

Onde: Xs é o valor da posição a vista, Xf é o valor da posição futuro, $E(Rs)$ o retorno esperado da posição a vista sendo este a diferença entre os preços à vista no momento inicial e a data de vencimento do contrato futuro, e $E(Rf)$ é o retorno

esperado dos contratos futuros, ou seja, a diferença entre os preços futuros no momento inicial e a data de vencimento dos contratos.

Já a variância total do portfólio ou como também é chamado o risco financeiro do carregamento é expresso como:

$$V(Rp) = X_s^2 S_s^2 + X_f^2 S_f^2 + 2X_s X_f S_{sf} \quad (2)$$

Onde:

S_s^2 = variância dos preços à vista.

S_f^2 = variância dos preços futuros

S_{sf} = é a covariância dos retornos, ou seja, a variação dos preços à vista e futuro.

O modelo de *hedge* simples ou Naive é uma posição de contratos futuros para cada posição de contratos a vista, ou seja, a posição a vista iguala a posição futuro no sentido contrário onde $X_s = -X_f = c$. Sendo o seu retorno esperado dado por:

$$E(Rp) = c[E(R_s) - E(R_f)] \quad (3)$$

Logo a estratégia de *hedge* corresponde a exposição ao risco de base, tendo sua variância total conforme a equação abaixo:

$$V(Rp) = c^2[S_s^2 + S_f^2 - 2S_{sf}] \quad (4)$$

No modelo de *hedge* ótimo de mínima variância encontra-se a taxa ótima em relação a posição futuro (X_f), obtendo com isso a taxa *hedge* de risco mínimo onde ela é definida por: $X_f^* = -X_s^*(S_f/S_s^2)$, reescrevendo a equação conforme Leuthold, Junkus e Cordier (1989) tem-se $X_s=1$ e $B=X_f/X_s$, assim, $b^* = S_f/S_s^2$, o que pode ser estimado conforme a regressão:

$$\Delta S_t = a + b\Delta F_t + e \quad (5)$$

Onde S_t é o preço do mercado a vista, F_t o preço do mercado futuro, a e b os parâmetros a ser estimado e o Δ a primeira diferença dos preços.

A medida de efetividade de *hedge*, E^* , é definida como o percentual de redução da Variância do portfólio sintético (LEUTHOLD; JUNKUS; CORDIER, 1989), ou seja:

$$E^* = \frac{Var(S) - Var(R)}{Var(S)} \quad (6)$$

Além dos modelos de *hedge* ótimo e mínimo, foi utilizado também a estratégia sem *hedge*, ou seja, qual a eficiência do modelo 100% físico sem utilizar mercado futuro, verificando sua efetividade pelo retorno da variância sendo este dado pela

diferença do risco do mercado 100% físico em relação ao mercado 100% futuro. Como também, foi utilizado o índice de Sharpe, indicador utilizado para identificar o maior retorno dado ao nível de risco assumido.

Dado os resultados obtidos e após a escolha do modelo foi utilizado a estratégia *hedge* através de contratos futuros, onde foi realizado testes de redução de custos ao utilizar o mercado futuro. Para isso, foi utilizado os contratos futuros de trigo, milho e farelo de soja da bolsa de Nova York do ano de 2020, como também feito a transformação dos contratos visto que eles são cotados em buschel (unidade de medida Americana). Cada buschel de farelo de soja e trigo equivale a aproximadamente, 27,216 kg de farelo de soja e trigo, já no caso do milho cada buschel equivale a 25,40 kg de milho.

Para isso, foi feito uma simulação utilizando como data base de início o mês de março de 2020, sendo utilizado o preço no mercado físico do período e o preço do mercado futuro. No mercado futuro, os contratos são de 5.000 buschel que equivale a 127.000 kg por contrato para o Milho e 136.080 kg para o farelo de soja e trigo, fazendo com isso, a conversão para reais de acordo com a cotação do dólar do período, além de converter também para sacas e depois para kg, já que o preço dos contratos físicos de soja, trigo e milho na empresa *Alfa Agroindustrial* é cotado em saca de 60 kg.

5. RESULTADOS

Com os dados extraídos do período de 2015 a 2020 é possível verificar o comportamento dos preços das *commodities* nos períodos antes da pandemia e depois da pandemia, dados estes que foram retirados dos contratos futuros disponíveis no site da *Investing* e preços pagos pela empresa Alfa no mercado a vista, sendo calculado o retorno discreto diário deles. É possível observar que no período da pandemia a volatilidade nos preços das *commodities* se intensificou tendo grande variação conforme mostra o gráfico abaixo:

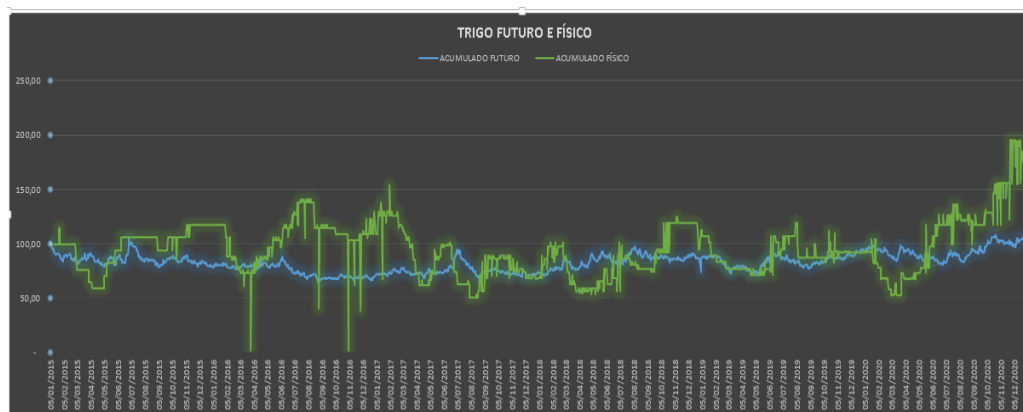


Gráfico 01 - Variação do preço do trigo futuro e físico (2015 a 2020).

A partir do gráfico é possível observar que em determinados períodos há um cruzamento entre os preços do mercado a vista com os preços do mercado futuro. Dado que no ano de 2019 e 2020 foi possível observar grande variação nos preços do mercado à vista com os contratos futuro, foi traçado o gráfico filtrando esses dois anos (2019 e 2020) conforme abaixo.



Gráfico 02 - Variação do preço do trigo futuro e físico (2019 e 2020).

A partir do gráfico acumulado foi feita uma simulação de qual seria o rendimento da empresa caso ela fixasse o preço do mercado a vista em relação ao mercado futuro entre Junho e Julho de 2019 e 2020 respectivamente, dado essa simulação foi possível observar quanto a empresa *Alfa Agroindustrial* economizaria caso fizesse *hedge* através do mercado futuro fixando o preço de compra em Julho no preço de venda em junho onde é possível observar que a empresa economizaria R\$ 104.631 em 2019 e R\$ 205.666 uma redução de custo com matéria-prima visto

que só no ano de 2019 de junho para julho houve um aumento de 9,23% no preço do produto e de 10,52% de aumento no ano de 2020 no mesmo período. Além disso é possível observar uma tendência de redução dos contratos futuros ao aumentar o preço do produto no mercado físico.

ANÁLISE ENTRE JUNHO E JULHO 2019 DA EMPRESA ALFA AS	
PREÇO MÉDIO DO TRIGO EM JUNHO R\$/KG	R\$ 0,65
PREÇO MÉDIO DO TRIGO EM JULHO R\$/KG	R\$ 0,71
DIFERENÇA	R\$ 0,06
QUANTIDADE COMPRADA DE TRIGO EM JULHO PELA ALFA SA	1.743.856,00
QUANTIDADE MÉDIA DE CONTRATOS FUTUROS EM JUNHO U\$/CELEMIN	523,02
QUANTIDADE MÉDIA DE CONTRATOS FUTUROS EM JULHO U\$/CELEMIN	505,19
ECONOMIA CASO FIZESSE HEDGE FIXANDO O PREÇO A R\$ 0,65	R\$ 104.631,36

Tabela 01 – Simulação de redução de custos utilizando contratos futuros junho e julho 2019.

ANÁLISE ENTRE JUNHO E JULHO 2020 DA EMPRESA ALFA AS	
PREÇO MÉDIO DO TRIGO EM JUNHO R\$/KG	R\$ 0,76
PREÇO MÉDIO DO TRIGO EM JULHO R\$/KG	R\$ 0,84
DIFERENÇA	R\$ 0,08
QUANTIDADE COMPRADA DE TRIGO EM JULHO PELA ALFA SA	2.570.832,00
QUANTIDADE MÉDIA DE CONTRATOS FUTUROS EM JUNHO U\$/CELEMIN	570,21
QUANTIDADE MÉDIA DE CONTRATOS FUTUROS EM JULHO U\$/CELEMIN	521,98
ECONOMIA CASO FIZESSE HEDGE FIXANDO O PREÇO A R\$ 0,65	R\$ 205.666,56

Tabela 02 – Simulação de redução de custos utilizando contratos futuros junho e julho 2020.

As tabelas acima mostram qual era o possível ganho da empresa *Alfa Agroindustrial* caso fosse utilizado o mercado futuro, supondo que o preço do trigo futuro em junho de 2019 estivesse a R\$ 0,65 e a empresa resolvesse comprar contratos futuros prevendo um aumento de preços no mercado físico como exemplo, é possível observar que há uma redução nos custos de produção visto que devido a compra dos contratos futuros de trigo a 0,65 faz com o que a perda financeira na

compra do trigo físico seja compensada pela venda do trigo futuro, como é possível observar o trigo em julho 2019 estava em R\$ 0,71, tendo com isso R\$ 0,06 de ganho.

Após a análise gráfica e testes estatísticos, foi verificado qual o melhor modelo e qual a sua efetividade para o trigo, soja e milho, seus resultados encontra-se na tabela abaixo:

Tabela 03 – Resultados estatísticos para o farelo de trigo.

Estatística Descritivas Individuais	Mercado Físico	Mercado Futuro
Média	0,003727781	0,00045774
Variância	0,005969101	0,00024622
Desvio Padrão	0,077259956	0,01569131
Correlação		-0,052613359
Beta		-0,2591
Carteiras	Retorno Carteira	Composição
Carteira Ausente de <i>Hedge</i>	0,000457745	100% Físico
Carteira de Variância Mínima	0,003727781	100% Futuro
Carteira Eficiente	0,000462767	24% Físico e 76% Futuro
Carteira Naive (Ou Completa)	0,001521938	50% Físico e 50% Futuro
Efetividade	Índice Equação (6)	
Efetividade do Hedge de Carteira de Variância Mínima	95,88%	
Efetividade do Hedge Carteira Eficiente	95,85%	
Efetividade do Hedge da Carteira Completa	74,50%	

Fonte: Elaboração do Autor

Ao ser feito os testes foi possível observar que a melhor carteira para o farelo de trigo seria a carteira *hedge* de variância mínima, como mostra a tabela, a efetividade do modelo está em 95,88%, já para carteira eficiente encontra-se em 92,25% e para carteira completa em 74,50%.

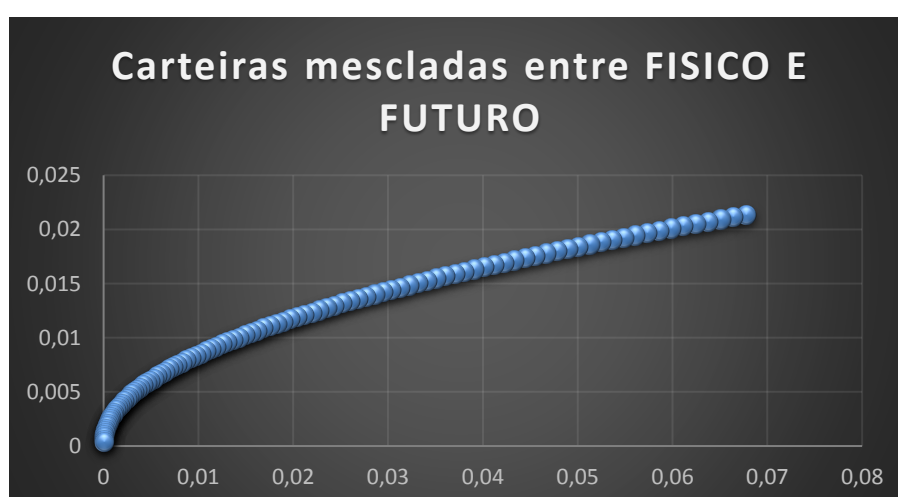


Gráfico 03 – Carteira mesclada entre físico e futuro do farelo de trigo.

Pelo gráfico acima é possível observar que quanto mais próximo de 100% no mercado futuro melhor é a significância do modelo.

Tabela 04 – Resultados estatísticos para o farelo de soja.

Estatística Descritivas Individuais	Mercado Físico	Mercado Futuro
Média	0,002381788	0,00031837
Variância	0,004716699	0,00007399
Desvio Padrão	0,068678228	0,00860169
Correlação		-0,004635966
Beta		-0,0370
Carteiras	Retorno Carteira	Composição
Carteira Ausente de Hedge	0,002381788	100% Físico
Carteira de Variância Mínima	0,00031837	100% Futuro
Carteira Eficiente	0,000524712	10% Físico e 90% Futuro
Carteira Naive (Ou Completa)	0,001350079	50% Físico e 50% Futuro
Efetividade	Índice Equação (6)	
Efetividade do Hedge de Carteira de Variância Mínima	98,43%	
Efetividade do Hedge Carteira Eficiente	97,74%	
Efetividade do Hedge da Carteira Completa	74,64%	

Fonte: Elaboração do Autor

Já para o farelo de soja, a efetividade do modelo está em 98,43% para a carteira de variância mínima, 90,26% para carteira eficiente e 74,64% para carteira naive ou carteira completa.

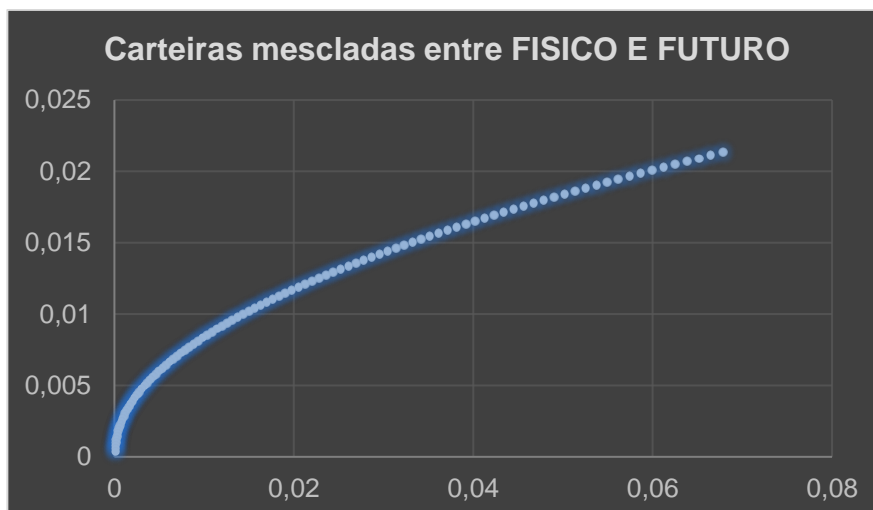


Gráfico 04 – Carteira mesclada entre físico e futuro do farelo de soja.

Através gráfico mesclando farelo de soja físico e futuro é possível observar que quanto mais próximo de 100% mercado futuro mais significativo é o modelo,

Tabela 05 – Resultados estatísticos e das Carteiras de Hedge para o milho.

Estatística Descritivas Individuais	Mercado Físico	Mercado Futuro
Média	0,02133422	0,00036327
Variância	0,067852722	0,00013904
Desvio Padrão	0,260485551	0,01179133
Correlação		-0,017932166
Beta		-0,3961
Carteiras	Retorno Carteira	Composição
Carteira Ausente de Hedge	0,02133422	100% Físico
Carteira de Variância Mínima	0,000363271	100% Futuro
Carteira Eficiente	0,001621528	6% Físico e 94% Futuro
Carteira Naive (Ou Completa)	0,010848745	50% Físico e 50% Futuro
Efetividade		Índice Equação (6)
Efetividade do Hedge de Carteira de Variância Mínima		99,80%
Efetividade do Hedge Carteira Eficiente		98,85%
Efetividade do Hedge da Carteira Completa		74,99%

Fonte: Elaboração do Autor

No caso do milho, a significância do modelo ficou 99,80% para carteira de variância mínima, 98,85% para carteira eficiente e 74,99% para carteira completa, o que se observa que o melhor modelo é o de variância mínima.

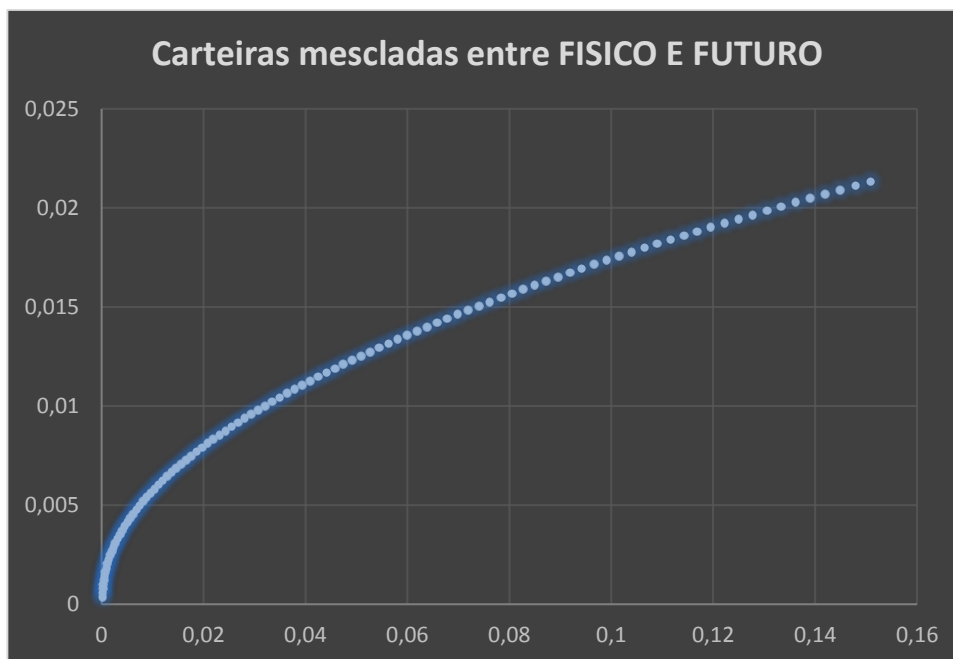


Gráfico 05 - Carteira mesclada entre físico e futuro do milho.

No gráfico mesclando milho físico e futuro é possível observar que quanto mais próximo da carteira 100% futuro mais significativo é o modelo.

Dado as análises realizadas é possível observar que a empresa *Alfa Agroindustrial* obteria ganhos no mercado futuro tanto através da carteira de variância mínima como a carteira eficiente, ou seja, utilizando tanto o mercado físico e futuro, colocando maior parte no mercado futuro. Contudo a carteira de variância mínima se mostrou mais eficiente para as *commodities* que foram analisadas, dado que tanto para o trigo, milho e farelo de soja a eficiência do modelo se situa acima de 95%, sendo eficiente em 95,88% para o trigo, 98,43% para o farelo de soja e 99,80% para o milho. Além disso graficamente é possível verificar que a carteira 100% futuro é a que traz maior retorno por risco assumido conforme o índice de Sharpe, um dos indicadores utilizados.

Através dos resultados é possível verificar que ao se utilizar a carteira de variância mínima, ou seja, utilizando 100% o mercado futuro, a empresa Alfa Agroindustrial consegue ter redução nos seus custos com matéria-prima, ou seja, um retorno sobre o investimento nessas commodities. Para isso, a empresa pode agir selecionando contratos futuros dessas commodities na mesma proporção que compra a matéria-prima no mercado físico desses ativos como exemplo o milho, farelo de soja e trigo, são negociados tanto na bolsa de Chicago CBOT como na bolsa de Nova York

em NY. Com isso foi realizado uma simulação caso a empresa no ano de 2020 comprasse contratos futuro na mesma proporção que compra a matéria prima para o consumo no mercado físico. O primeiro caso foi feito uma simulação da empresa Alfa comprando na bolsa de Nova York em Março de 2020 com vencimento em Maio, os resultados encontram-se abaixo para cada commodities.

Figura 01 – Teste da Efetividade Hedge no Farelo de Trigo.

FARELO DE TRIGO				CONTRATOS FARELO DE TRIGO	
MERCADO FÍSICO	01/03/2020	MERCADO FUTURO (ZWH20)	01/03/2020	MARÇO (H)	
PREÇO	R\$ 0,400	136080 KG POR CONTRATO	R\$ 0,429	MAIO (K)	
QUANTIDADE	7.184.421,00	QUANTIDADE	7.184.421,00	JULHO (N)	
CUSTO PREVISTO	R\$ 2.873.739,62	DESEMBOLSO C/ CONTRATOS	R\$ 3.085.708,47	SETEMBRO (U)	
		COTAÇÃO DÓLAR	R\$ 4,47	DEZEMBRO (Z)	
		ZWK20			
MERCADO FÍSICO	01/05/2020	MERCADO FUTURO (ZWK20)	01/05/2020		
PREÇO	0,472010897	136080 KG POR CONTRATO	R\$ 0,467		
QUANTIDADE	7.184.421,00	QUANTIDADE	7.184.421,00		
CUSTO EFETIVO C/ MP	R\$ 3.391.125,00	VENDA DOS CONTRATOS FUT	R\$ 3.351.782,65		
DIF CUSTO	R\$ 517.385,38	COTAÇÃO DÓLAR	R\$ 5,49		
RETORNO INV EM %	8,62%				
RETORNO INV EM R\$	R\$ 266.074,19				

Fonte: Elaborado pelo autor.

Para o farelo de trigo, é possível observar que ao utilizar 100% mercado futuro, ou seja, comprando a mesma proporção de contrato futuro dado a quantidade de matéria-prima consumida no físico a empresa teria um retorno médio mensal de 8,62%, há um ganho ao utilizar o mercado futuro, já que a empresa economizaria R\$ 266.074,19 utilizando essa estratégia, tendo com isso um custo efetivo com matéria-prima (MP) menor.

Figura 02 – Teste da Efetividade Hedge no Farelo de Soja.

FARELO DE SOJA				CONTRATOS FARELO DE SOJA	
MERCADO FÍSICO	01/03/2020	MERCADO FUTURO (ZWH20)	01/03/2020	MARÇO (H) ABRIL (J) MAIO (K) JUNHO (M) JULHO (N) AGOSTO (U) SETEMBRO (U) DEZEMBRO (Z)	
PREÇO	R\$ 1,327	136080 KG POR CONTRATO	R\$ 1,061		
QUANTIDADE	1.333.880,00	QUANTIDADE	1.333.880,00		
CUSTO PREVISTO	R\$ 1.769.511,93	DESEMBOLSO C/ CONTRATOS	R\$ 1.414.928,36		
		COTAÇÃO DÓLAR	R\$ 4,47		
		ZWK20			
MERCADO FÍSICO	01/05/2020	MERCADO FUTURO (ZWK20)	01/05/2020		
PREÇO	1,490334963	136080 KG POR CONTRATO	R\$ 1,252		
QUANTIDADE	1.333.880,00	QUANTIDADE	1.333.880,00		
CUSTO EFETIVO C/ MP	R\$ 1.987.928,00	VENDA DOS CONTRATOS FUT	R\$ 1.669.781,20		
DIF CUSTO	R\$ 218.416,07	COTAÇÃO DÓLAR	R\$ 5,49		
RETORNO INV EM %	18,01%				
RETORNO INV EM R\$	R\$ 254.852,85				

Fonte: Elaborado pelo autor.

No caso do farelo de soja o resultado ainda é superior ao resultado do farelo de trigo, a taxa de retorno médio se situa em 18,01% e a economia é de R\$ 254.852,85, como mostra a tabela acima.

Figura 03 – Teste da Efetividade Hedge no Milho.

MILHO				CONTRATOS MILHO	
MERCADO FÍSICO	01/03/2020	MERCADO FUTURO (CCMH20)	01/03/2020	JANEIRO (F) MARÇO (H) MAIO (K) JULHO (N) AGOSTO (U) SETEMBRO (U) NOVEMBRO (X)	
PREÇO	R\$ 0,767	136080 KG POR CONTRATO	R\$ 0,902		
QUANTIDADE	4.301.850,00	QUANTIDADE	4.301.850,00		
CUSTO PREVISTO	R\$ 3.298.099,29	DESEMBOLSO C/ CONTRATOS	R\$ 3.880.911,03		
		COTAÇÃO DÓLAR	R\$ 4,47		
MERCADO FÍSICO	01/05/2020	MERCADO FUTURO (CCMK20)	01/05/2020		
PREÇO	0,716666599	136080 KG POR CONTRATO	R\$ 0,940		
QUANTIDADE	4.301.850,00	QUANTIDADE	4.301.850,00		
CUSTO EFETIVO C/ MP	R\$ 3.082.992,21	VENDA DOS CONTRATOS FUT	R\$ 4.044.323,77		
DIF CUSTO	-R\$ 215.107,08	COTAÇÃO DÓLAR	R\$ 5,49		
RETORNO INV EM %	4,21%				
RETORNO INV EM R\$	R\$ 163.412,73				

Fonte: Elaborado pelo autor.

Já para o milho os resultados são um pouco inferior, porém com resultados consideráveis, utilizando a mesma estratégia a empresa economizaria R\$ 163.412,73 nesse período tendo uma taxa de retorno de 4,21%.

6. CONCLUSÃO

Diante disso é possível observar que utilizar estratégia *hedge* utilizando o mercado futuro é eficiente, dado que através do modelo *hedge* de variância mínima os resultados são satisfatórios para as *commodities* que a empresa Alfa Agroindustrial na compra para a produção de ração, onde através da simulação é possível observar um retorno considerável, sendo 8,62% para o farelo de trigo, 18,01% para o farelo de soja e 4,21% para o milho, um retorno total de 30,84%. Principalmente em períodos de grande oscilação de preços como no ano de 2020 e 2021, devido a pandemia da covid-19, visto que a incerteza no mercado aumenta a oscilação de preços e a empresa precisa adotar estratégias *hedge* para se proteger das variações de preços, pois afeta diretamente no preço do produto vendido, tendo como consequência redução no número de vendas e, reduzindo assim, a receita da empresa.

A presente pesquisa corrobora com a literatura apresentada, mostrando que estratégias *hedge* são importantes no gerenciamento de riscos de empresas que operam com *commodities*. Entretanto, a pesquisa apresenta a limitação de não usar modelos sofisticados de controle de volatilidade, como ARCH e GARH. A incorporação dessas hipóteses poderia melhorar as previsões de variância e beta dentro dos modelos, o que se sugere para trabalhos futuros.

Vale destacar que o conflito entre Rússia e Ucrânia também afetou o setor, haja vista que estes países estão entre os 10 maiores produtores do mundo, 4º e 6º respectivamente. As medidas de sanções internacionais à Rússia provocaram fortes oscilações no preço do produto. (ORGANIZAR TEXTO COMO FORMA DE CONCLUSÃO)

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ASSAF, Neto. Finanças Corporativas e Valor. 3º EDIÇÃO. Ed. Editora Atlas S.A: Atlas, 2008. 709 Páginas.

DANTAS, Jackson. Trigo: Produção e Mercados. **Caderno Setorial Etene**, [s. l.], 2021. Disponível em: https://www.bnb.gov.br/s482-dspace/bitstream/123456789/636/3/2021_CDS_151.pdf. Acesso em: 12 jan. 2022.

DE JESUS, Diego Pitta; OLIVEIRA, Felipe Araújo; MAIA, Sinézio Fernandes. Avaliação da Razão Ótima e Efetividade do Hedge das Commodities Agrícolas Negociadas na B3 com o Uso do Modelo Garch-Bekk. **Revista Evidenciação Contábil & Finanças**. 2022.

FARELO de soja terá novas regras para exportação. Produção de Farelo de Soja no Brasil, **AgroLink**, 30 nov. 2020. Disponível em: https://www.agrolink.com.br/noticias/farelo-de-soja-tera-novas-regras-para-exportacao_443043.html#:~:text=O%20Brasil%20conquistou%20o%20posto,82%2C5%20milh%C3%B5es%20de%20toneladas. Acesso em: 16 set. 2021.

FIGUEREDO, Reginaldo. análise das operações de hedge do boi gordo no mercado futuro da BM&F para o estado de goiás. **Gestão & Planejamento**, [s. l.], 2008. Disponível em: <https://revistas.unifacs.br/index.php/rgb/article/view/416/737>. Acesso em: 10 fev. 2020

LEUTHOLD, Raymond M.; JUNKUS, Joan C.; CORDIER, Jean E. The theory and practice of futures markets. Free press, 1989

MILHO: conheça a história do grão no Brasil. **Canal Agro**, ESTADÃO, 24 jan. 2021. Disponível em: <https://summitagro.estadao.com.br/noticias-do-campo/dia-nacional-do-milho-conheca-a-historia-do-grao-no-brasil/>. Acesso em: 14 dez. 2021.

MILHO: entenda como operar milho na Bolsa de Valores. **Operando na Bolsa, ModalMais**, 2021. Disponível em: <https://www.modalmais.com.br/mercado-futuro/milho-como->

ZAVAGLIA , Ângelo. Zavaglia (2010) Analisou a rentabilidade dos contratos futuros de opções das commodities agrícolas. **LUME Repositório Digital**, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2010. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/72238>. Acesso em: 15 fev. 2022.