

CENTRO UNIVERSITÁRIO ALVES FARIA - UNIALFA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO
MESTRADO PROFISSIONAL EM ADMINISTRAÇÃO

ACRÍZIO NUNES DE ALMEIDA SOBRINHO

GESTÃO DE RISCO NO MERCADO DE SOJA:
UMA ANÁLISE DA RAZÃO ÓTIMA DE *HEDGE* EM PARANAGUÁ
ENTRE JANEIRO DE 2007 À MAIO DE 2017

GOIÂNIA

2017

ACRÍZIO NUNES DE ALMEIDA SOBRINHO

**GESTÃO DE RISCO NO MERCADO DE SOJA:
UMA ANÁLISE DA RAZÃO ÓTIMA DE *HEDGE* EM PARANAGUÁ
ENTRE JANEIRO DE 2007 À MAIO DE 2017**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Administração do Centro Universitário Alves Faria, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Administração.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Ladvocat

GOIÂNIA

PPMA - UNIALFA

A447g Almeida Sobrinho, Acrízio Nunes de.

Gestão de risco no mercado de soja: uma análise da razão ótima de Hedge em Paranaguá entre janeiro de 2007 a maio de 2017. / Acrízio Nunes de Almeida Sobrinho – 2017.

71 fls.; 30 cm.

Dissertação (Mestrado) – Centro Universitário Alves Faria (UNIALFA) – Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Administração - Goiânia, 2017.

Orientador (a): Prof. Dr. Marcelo Ladvocat

Inclui bibliografia.

1. Agronegócio. 2. Gestão de risco. 3. Mercado derivativo. I. Almeida Sobrinho, Acrízio Nunes de. II. UNIALFA – Mestrado em Administração. III. Título.

CDU: 631.1

ACRÍZIO NUNES DE ALMEIDA SOBRINHO

CENTRO UNIVERSITÁRIO ALVES FARIA - UNIALFA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO
MESTRADO PROFISSIONAL EM ADMINISTRAÇÃO

Folha de aprovação da dissertação apresentada ao curso de Mestrado Profissional em Administração do Centro Universitário Alves Faria como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre.

Aprovado em 14 de setembro de 2017

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Marcelo Ladvocat – UNIALFA – Orientador

Prof. Dr. Alcido Elenor Wander – Avaliador UNIALFA

Prof. Dra. Maria de Lourdes Magalhães – Avaliadora EXTERNA

RESUMO

O agronegócio é uma atividade que possui características próprias como: clima, condições ideais de plantio, capacidade de estocagem, solo, oferta e demanda nacional e internacional, que podem contribuir para oscilações inesperadas nos preços da soja. Estas características trazem desafios que exigem uma gestão de risco cada vez mais profissional, pois constituem componentes de risco ao gerar oscilações de preços, e devem ser consideradas na tomada de decisão, uma vez que a exposição da soja a esses fatores pode acarretar impactos negativos na renda seja para produtores, indústrias e até mesmo para os consumidores. Através do *hedge* esses agentes podem fazer a gestão de risco, para que possíveis perdas sejam minimizadas em suas operações. Especificamente para a soja, a Bolsa utilizada pela maioria dos agentes do Brasil e do mundo para a operação de *hedge*, é a Bolsa CME (*Commercial Mercantil Exchange*) entretanto os preços nela praticado, não corresponde com exatidão os preços negociados no mercado brasileiro. Nesse contexto, é necessário aos *hedgers*, estimarem a razão ótima de *hedge*, de modo a definir a proporção do mercado à vista que terá seu resultado compensado em igual proporção no mercado futuro. Além disso, essa razão proporcionará o uso o correto de contratos de derivativos que deverão ser negociados na CME. Usar contratos além do necessário pode aumentar os custos dessa transação, e um número menor do que o ideal pode deixar a soja exposta podendo gerar resultados negativos. Nesse contexto, o objetivo do presente estudo está voltado em estimar, através do modelo de variância mínima proposto por Hull (2016) a razão ótima de *hedge* e o número ideal de contratos futuros para as operações de *hedge* com vencimento diário da soja em Paranaguá no estado do Paraná, com base na série histórica de preços diários do período de janeiro de 2007 a maio de 2017. Este município constitui como a referência para formação de preço no Brasil, tendo grande relevância no cenário nacional. Para isso, foram coletados através do indicador Cepea/Esalq os preços à vista negociados em Paranaguá, e no *software* Bloomberg os preços no mercado futuro da soja na Bolsa CME para a estimação. Ao final do estudo, constatou que a razão ótima de *hedge* de soja para as operações diárias em Paranaguá foi de 51,49%, sendo esse o volume que os produtores ou gestores de risco das empresas devem negociar no mercado à vista, para ter em igual proporção o resultado compensado na Bolsa CME. Estimou-se também no final da pesquisa, que para cada 1.000 toneladas de soja no mercado à vista, devem ser negociados 4 contratos futuros nessa Bolsa.

Palavras-chave: Agronegócio, Razão ótima de *hedge*, variância mínima, gestão de risco

ABSTRACT

Agribusiness is an activity that has its own characteristics such as: weather, ideal planting conditions, storage capacity, soil, national and international supply and demand, which can contribute to unexpected prices fluctuations in soybean. These characteristics bring challenges that require an increasingly professional risk management, since they are components of risk in making price fluctuations, and should be considered in decision making, since the exposure of the soybeans to these factors can make negative impacts on farmers, industries and also to consumers. Through hedge, these agents can do risk management, in order to minimize the possible loss on their operation. Specifically for soybeans, the stock exchange used by most agents in Brazil and the world for the hedge operation is the CME (*Commercial Mercantile Exchange*). However, the prices of the stock exchange do not correspond exactly to the prices traded in the inland Brazilian market. In this context, it is necessary for hedgers, to estimate the optimal hedge ratio, to define the proportion of the spot market that will have its result offset in equal proportion in the future market. In addition, this ratio will provide the correct use of derivative contracts that are to trade at CME. Using contracts over what is necessary can increase the costs of this transaction, and lower than ideal numbers can expose soybeans to negative results. In this context, the objective of the present study is to estimate, through the model of minimum variance proposed by Hull (2016), the optimal hedge ratio and the ideal number of futures contracts for the hedge operations with daily soybean maturity in Paranaguá, state of Paraná, based on the historical series of daily prices from January 2007 to May 2017. This city constitutes the reference for price formation in Brazil, having a great relevance in the national scenario. For this, the prices on the spot market of soybean at Paranaguá were collected through the indication of Cepea/Esalq, and the futures prices at CME stock through the software Bloomberg for the estimations. As result of this survey, it was found that the optimum soybean hedge ratio for daily operations in Paranaguá was 51.49%, which is the volume that the producers or risk managers of the companies should trade in the spot market, to be compensated by future market at CME stock exchange in equal proportion. It was also estimated at the end of the study that for each 1,000 tons of soybeans on the spot market, 4 futures contracts should be traded on this exchange stock.

Key-words: Agribusiness, Optimal hedge ratio, minimum variance, risk management.

Agradecimentos

Gostaria de agradecer a todos que que contribuíram direta ou indiretamente para a conclusão desse trabalho:

Agradeço ao meu orientador Prof. Dr. Marcelo Ladvocat Rocha Campos, pelo desafio aceito para a conclusão em conjunto desse trabalho;

Agradeço à Prof. Dra. Hérica Landi de Brito pela atenção, dedicação e suporte para a conclusão desse trabalho, não medindo esforços às minhas demandas e sempre pelo pronto retorno;

Agradeço em especial à minha mãe Weila Regina da Silva de Almeida, minha irmã Thaynara Silva de Almeida e ao meu sobrinho João Victor Nunes de Almeida Silva, minha avó Ivanda Urias Gomes da Silva e toda minha família, pelo o apoio dado desde à minha infância nos meus estudos, pela compreensão da minha ausência na reta final de conclusão do mestrado. Não foi uma jornada fácil, mas um passo necessário e importante para minha jornada acadêmica e profissional;

Agradeço aos meus ex colegas de trabalho da Caramuru, a base da minha carreira profissional;

Agradeço aos meus atuais colegas de trabalho da Agrex do Brasil, que direta ou indiretamente me ajudaram na realização desse trabalho;

Agradeço ao Érik Santos Eugênio, pelo suporte dado sempre que solicitado, não mediando esforços e para me ajudar;

Agradeço ao colega mestrando Daniel Fichman da UFG pelo apoio com seus conhecimentos estatísticos divididos durante os encontros na UNIALFA, colaborando para o desenvolvimento das análises;

Agraço aos membros da banca de defesa, professores Dr. Alcido Elenor Wander e Dra. Maria de Lourdes Magalhães, pela aceitação do convite.

Lista de Figuras

Figura 1	Relação entre o preço futuro e o preço à vista à medida que nos aproximamos de entrega: (a) preço futuro acima do preço à vista; (b) preço futuro abaixo do preço à vista.....	33
Figura 2	Evolução do Preço à vista e futuro da soja entre 2 de janeiro de 2007 a 31 de maio de 2017.....	52
Figura 3	Evolução da base da soja em Paranaguá entre 2 de janeiro de 2007 a 31 de maio de 2017.....	54
Figura 4	Evolução do Preço à vista e futuro da soja no ano de 2013.....	58

Lista de Tabelas

Tabela 1	Produção Mundial de Soja	42
Tabela 2	Exportações Mundiais de Soja.....	42
Tabela 3	Montante Valor Exportações Brasil – TOP 5 Produtos.....	43
Tabela 4	Participação Exportações Soja no PIB Brasil entre 2007 e 2015.....	43
Tabela 5	Análise Preço à vista soja Paranaguá e Mercado futuro soja Bolsa (antes da normalização da curva).....	53
Tabela 6	Comportamento da base da soja em Paranaguá (antes da normalização da curva).....	55
Tabela 7	Razão ótima de hedge da soja em Paranaguá (antes da normalização da curva).....	56
Tabela 8	Análise Preço à vista soja Paranaguá e Mercado futuro soja Bolsa (após a normalização da curva).....	58
Tabela 9	Comportamento da base da soja em Paranaguá (após a normalização da curva).....	59
Tabela 10	Razão ótima de hedge da soja em Paranaguá (após a normalização da curva).....	60
Tabela 11	Número ideal de contratos para operação de hedge da soja em Paranaguá.....	62

"Dirigir bem um negócio é administrar seu futuro;
dirigir o futuro é administrar informações."

Marion Harper

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	12
CAPÍTULO 1 - MERCADO DE DERIVATIVOS NA OPERACIONALIZAÇÃO DE HEDGE COM APLICAÇÃO EM <i>COMMODITIES</i> AGRÍCOLAS....	18
1.1 – Introdução.....	18
1.2 – Caracterização e Surgimento do Mercado de Derivativos de Commodities Agrícolas.....	18
1.3 – Gestão de risco no agronegócio e o uso de derivativos.....	22
1.4 – <i>Hedge</i> : definição preliminar e justificativa de utilidade.....	24
1.5 – Tipos de <i>hedge</i> e suas aplicações	26
CAPÍTULO 2 - RISCO DE BASE E ALTERNATIVA DE <i>CROSS HEDGE</i> PARA A DETERMINAÇÃO DA RAZÃO ÓTIMA DE <i>HEDGE</i>	31
2.1 – Introdução.....	31
2.2 – O risco de base	31
2.3 – <i>Cross Hedging</i> e a Razão Ótima de <i>Hedge</i>	34
CAPÍTULO 3 – CARACTERIZAÇÃO DO OBJETO DE ESTUDO E DAS VARIÁVEIS DA PESQUISA.....	38
3.1 – Introdução	38
3.2 – Mercado <i>OTC</i> x Bolsas de Mercadorias	38
3.3 – Mercado de Soja	41
3.3.1 – Crescimento da Soja	41
3.3.2 – Formação do preço da soja no mercado interno: mercado futuro e a base.....	44
CAPÍTULO 4 – APRESENTAÇÃO DOS PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS FONTES DE COLETA DE DADOS E TÉCNICAS DE ANÁLISE	47
4.1 – Delineamento metodológico.....	47

4.2 – Fontes de coleta.....	47
4.3 – Técnicas de análise de dados: Procedimentos.....	48
 CAPÍTULO 5 – ANÁLISE DOS DADOS E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	 52
5.1 – Introdução.....	52
5.2 – Análise dos preços à vista e futuro e do risco de base.....	52
5.3 – Estimação da razão ótima de <i>hedge</i>	56
5.4 – Exclusão de <i>outlier</i> para normalização da curva	57
5.5 – Número ideal de contratos para o hedge da Soja em Paranaguá	62
 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	 64
REFERÊNCIAS.....	68

INTRODUÇÃO

O agronegócio é uma atividade que possui características próprias de seu setor, muito além do controle de seus participantes, tais como: clima, condições ideais de plantio, capacidade de estocagem, solo, oferta e demanda nacional e internacional, que contribui para oscilações inesperadas nos preços das *commodities*. Estas características trazem desafios que exigem uma gestão de risco cada vez mais profissional.

Segundo Silva (2016) essas características específicas do agronegócio que por sua vez constituem componentes de risco, geram oscilações de preços, e devem ser consideradas na tomada de decisão, uma vez que a exposição das *commodities* pode acarretar impactos negativos na renda seja para produtores, indústrias e até mesmo para os consumidores.

De acordo com Medeiros, Cunha e Wander (2013), o Brasil tem uma grande representatividade na exportação de produtos do setor agrícola gerando uma dependência desses produtos para a balança comercial. Especificamente para o caso da soja, segundo dados estimados em abril de 2017 pelo Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA) a produção de soja do Brasil para o mesmo ano está estimada em 111 milhões de toneladas. Do lado das exportações o país ocupou o posto de maior exportador do mundo dessa oleaginosa, com estimativas de serem enviadas para fora do país um volume estimado em 61,9 milhões de toneladas.

Esses números demonstram a importância que a soja apresenta para a economia brasileira, requerendo tanto de produtores agrícolas quanto das empresas, gestão de risco cada vez mais eficiente, em decorrência das oscilações de preço as quais o produto está exposto.

Neste contexto, o uso dos instrumentos derivativos propicia aos produtores e gestores de risco, alternativas eficientes para proteger seus negócios das oscilações de preço desfavoráveis, administrar possíveis perdas e auxiliando na estabilização dos seus fluxos de caixa. Essa operação é conhecida como *hedge*.

Tão logo os produtores fixam seus custos de produção, ou as empresas avaliam o momento de compra de uma *commodity*, podem fixar o preço do produto no mercado futuro através das Bolsas, para não serem impactados contra as oscilações de preço sujeitas no mercado no decorrer do tempo.

O processo de tomada de decisões sobre a adoção de *hedge*, envolve um *trade-off* entre o risco *versus* o retorno no investimento, já que a realização de *hedge* reduz o risco, mas tem implicações na limitação dos retornos (HULL, 2016).

Um gestor que realiza uma operação de *hedge* pode ser bem visto, caso ocorra um evento desfavorável a sua posição, ou pode receber críticas, se a proteção evitou um ganho maior por uma variação favorável dos preços. Estas questões precisam estar bem definidas para evitar incentivos errados aos gestores.

O uso da Bolsa B3, para as operações de *hedge* não tem acompanhando o aumento na produção e exportação de soja do país. Segundo Marquezim (2013), as negociações na bolsa brasileira totalizaram nos últimos anos em média 13% da produção nacional, não garantindo liquidez necessária a gestão de risco para os produtores ou gestores de risco das empresas.

Ainda segundo o autor, a Bolsa de Futuros de maior representatividade do mundo para o uso de derivativos de soja, é a CME (*Commercial Mercantil Exchange*), localizada no estado de Illinois nos Estados Unidos. Como exemplo apontado, no ano de 2009, foram negociadas nessa bolsa, um volume de 18,7 vezes a produção mundial de soja, gerando um alto grau de liquidez, (a capacidade de desfazer uma posição realizada em um momento anterior de forma rápida e segura) para os participantes nela operarem.

Os contratos de derivativos de soja na CME servem de referência para formação de preço no mercado brasileiro pelos motivos ora apontados. Porém, não refletem com exatidão os preços negociados no mercado interno brasileiro, são apenas referenciais, pois na formação do preço da soja no Brasil, outros elementos são utilizados como frete, despesas portuárias e de armazenagem, prêmio de exportação, dentre outros, a fim de refletirem a disponibilidade da soja no Brasil. Diferente de produtos como petróleo e cobre, cujo ativo negociado no mercado físico corresponde o mesmo preço negociado no mercado futuro, conforme aponta Hull (2016).

De acordo com o autor esses componentes que diferenciam os preços negociados na CME, do mercado local são denominados de base ou risco de base, constituindo um risco adicional, pois não apresentam movimentos correlacionados com a CME.

Tendo em vista que o contrato futuro de soja na Bolsa CME, o mais utilizado no mundo e pelo mercado brasileiro, não reflete com precisão o preço da soja no Brasil. É necessário então nesse contexto que aqueles que irão realizar o *hedge*, estimem a razão ótima, de modo a definir a proporção do mercado à vista que terá seu resultado compensado em igual proporção no mercado futuro. Além disso, essa razão proporcionará o uso o correto de contratos de derivativos que deverão ser negociados na CME.

De acordo com Santos (2016) a superestimação da razão ótima de *hedge* pode ocasionar custos elevados que incidem na operação, e subestimá-la, a utilização de contratos futuros nas Bolsas não seria suficiente para a gestão de risco dos preços das *commodities*.

Com isso, a situação problemática do presente estudo constitui-se em: **Qual a razão ótima de *hedge* e o número de contratos futuros que devem ser negociados na Bolsa CME, afim de minimizarem os riscos de oscilação de preço da soja, para os *hedges* com vencimento diário em Paranaguá?**

Com isso, o objetivo geral do presente estudo concentra-se em estimar através do modelo de variância mínima proposto por Hull (2016) a razão ótima de *hedge* e o número ideal de contratos futuros para as operações de *hedge* com vencimento diário da soja em Paranaguá com base na série histórica de preços diários do período de janeiro de 2007 a maio de 2017.

Especificamente:

- Estimar o risco de base da soja na Região de Paranaguá;
- Estimar a razão ótima de *hedge* da soja na Região de Paranaguá;
- Estimar o número ideal de contratos no mercado futuro na Bolsas CME para o *hedge* de soja da Região de Paranaguá;

A estimação da razão ótima de *hedge* pelo modelo de variância mínima é segundo Harzer, Fumagalli e Souza (2012) realizada a partir da relação entre as variações dos preços no mercado à vista e futuro maximizando a eficiência do *hedge* adequando as perdas da operação de um mercado com ganhos financeiros em outro mercado. Para Hull (2016), a razão de ideal de *hedge* minimiza a variância a partir da relação entre o tamanho da posição no mercado futuro e o tamanho da exposição a risco (mercado à vista). De acordo com Medeiros, Cunha e Wander (2013), estimando a razão ótima de *hedge*, pode-se saber quantos contratos deverão ser negociados no mercado futuro afim de obter os melhores resultados na operação.

Sendo a relação das variações entre os mercados um importante elemento para a estimação da razão ótima de *hedge* segundo Harzer, Fumagalli e Souza (2012), as seguintes hipóteses perpassam no presente estudo:

- Hipótese nula 1 (Hn1): Não há forte correlação entre a variação diária do preço da soja à vista em Paranaguá do mercado futuro na Bolsa CME;
- Hipótese alternativa 1 (Ha1): Há forte correlação entre a variação diária do preço da soja à vista em Paranaguá do mercado futuro na Bolsa CME.

Diversos estudos sobre a estimação da razão ótima de *hedge*, para os ativos que não possuem um contrato futuro correspondente ao preço à vista, foram feitos a saber:

Rocha *et al* (2010) analisaram o relacionamento existente entre os preços cotados da soja nos mercados à vista pelo indicar Esalq e futuro BM&FBovespa. Para isso buscaram avaliar o efeito do horizonte de hedge sobre a razão ótima de hedge; encontrar a proporção ótima da produção física que deve ser negociada com contratos futuros para que obtenha menor variância entre a cotação futura e o preço à vista, durante a série histórica de janeiro de 2005 e dezembro de 2006. A métrica de análise utilizada refere-se aos testes de hipóteses Dickey-Fuller e Dickey-Fuller Ampliado. Os resultados auferidos supõem que os produtores devem negociar 64,74% da produção em contratos futuros.

Harzer, Fumagalli e Souza (2012), estimaram em seus estudos a razão ótima de *hedge* para o café Arábica, dos preços à vista do município de São Paulo e o preço futuro na Bolsa BM&FBovespa, na série histórica de janeiro de 2005 a de maio de 2011. Os autores puderam verificar que entre o período de análise os preços futuros do café listados na Bolsa tiveram um aumento de 142% e os preços à vista 167%, tendo aumentos diferentes o que já justifica a necessidade tanto de produtores quanto das indústrias de buscarem proteção contra essas oscilações. A razão ótima de *hedge* encontrada pelos autores foi de 82,87%, representando assim o volume do mercado à vista que deveria ser feito *hedge*, e mensurando consequentemente a quantidade correta de contratos no mercado futuros que devem ser utilizados na realização de *hedge*, a fim de minimizar os riscos contra as oscilações de preços de mercado, maximizando a eficiência.

Souza, Cunha e Wander (2011) estimaram a razão ótima de *hedge* para o mercado de boi gordo no estado de Goiás. De acordo com os autores, este estado é o que possui o maior número de confinamentos do Brasil, demonstrando grande relevância para uma correta mensuração de risco. O cruzamento de dados entre o mercado à vista coletado obtido através da Federação da Agricultura e Pecuária do Estado de Goiás e a Bolsa B3, durante a série histórica compreendida entre janeiro de 2002 a dezembro de 2009. Dentre os modelos de estimação realizados pelos autores, o que teve melhor ajuste frente aos demais, teve a razão de ótima de *hedge* estimada em 69%, logo, a cada arroba no mercado à vista, deveriam ser negociadas 0,69 arrobas no mercado futuro.

Em outro estudo, Medeiros, Cunha e Wander (2013) estimaram a razão ótima de *hedge* da soja dos municípios de Rio Verde no estado de Goiás e Sorriso estado de Mato Grosso com o uso do mercado futuro na B3, com a série histórica de 2005 a 2010. De acordo com os autores, os produtores de soja no município de Rio Verde devem fazer *hedge* de

53,88% de sua produção com o uso do mercado futuro. Já em Sorriso a razão ótima de *hedge* encontrada foi de 69,44%. Ambos percentuais correspondem ao volume da produção que deverá ser feita *hedge* de modo que, a variância do preço de um mercado, seja compensado por ganho ou perda de outro mercado. Os autores puderam concluir que, em decorrência da maior exposição ao risco dos produtores de Sorriso no estado do Mato Grosso, os mesmos devem utilizar um maior volume de suas produções ao realizarem o *hedge* da soja utilizando os contratos futuros da B3.

A cidade de Tupanciretã foi objeto de estudo da razão ótima de *hedge* entre o mercado à vista e o mercado futuro por Guerra *et al.* (2013), município que segundo os autores, é o maior produtor de soja do Estado do Rio Grande do Sul em 2009. Com a série histórica de setembro de 2004 a setembro de 2014, utilizando preços semanais, os autores puderam concluir que para a minimização dos riscos inerentes às oscilações de preço da soja, 13,97% do volume do mercado à vista deveria ser feito *hedge*, ou seja, uma parte pequena de toda a operação a fim de se alcançar a proteção máxima, sendo uma opção vantajosa para os produtores.

Schelender, Silveira e Ceretta (2014) realizaram um estudo similar ao do presente trabalho. Os autores analisaram o comportamento dos preços diários da soja no mercado à vista base indicador CEPEA/ESALQ e do mercado futuro da Bolsa CME, compreendidos entre 13 de junho de 2006 à 18 de junho de 2013. Através do modelo DCC-GARCH (*Dynamic Conditional Correlation-Generalized Autoregressive Conditional*) os resultados permitiram concluir que estratégias tradicionais de *hedge* podem se apresentar inconsistentes, uma vez que a razão ótima entre os mercados possui grande variabilidade ao longo do tempo. De modo que ao se considerar a abordagem dinâmica é possível obter uma maior gama de informações, a fim auxiliar na redução do risco e na alocação de recursos de forma mais eficiente. A razão ótima de *hedge* obtida pelos autores foi de 29,04%, ou seja, tal resultado sugere que 29,04% do risco de oscilação nos preços do mercado à vista pode ser reduzido através de operações de *hedge* com contratos futuros da CME.

Por sua vez, Amorim Neto (2015) estimou a efetividade do *hedge* para o boi gordo nos estados de São Paulo e Goiás com contratos futuros listado na B3. A razão ótima de *hedge* que resultou em maior sucesso na diminuição na variância dos retornos dos preços para a praça de Araçatuba no estado de São Paulo, e Goiânia estado de Goiás. Para o município de Araçatuba, a razão de *hedge* ideal encontrada foi de 54,58%, já para Goiânia 38, 92%, ou seja, o município de Araçatuba deve fazer *hedge* de uma parcela maior em comparação à Goiânia em detrimento de riscos maiores no comportamento dos preços do boi gordo.

Silva (2016), em seu estudo sobre a avaliação do mercado futuro do milho para os produtores do estado de Goiás, constatou que a maior razão de *hedge* observada no estado foi para a cidade de Rio Verde (0,540) e a menor para a cidade de Catalão (0,308). A média para a região analisada foi de 0,41, o qual quer dizer que quando um agente localizado no estado de Goiás almeja reduzir seu risco de exposição à volatilidade dos preços do milho a uma taxa mínima, o mesmo deve assumir posições no mercado futuro que cubram 41% de suas posições no mercado à vista.

A companhia Delta Airlines foi objeto de estudo de Hull (2016) para a análise de *hedge* do combustível dos aviões (mercado à vista), utilizando contratos Óleo de Aquecimento (mercado futuro) em detrimento da inexistência de contratos no mercado futuro com as mesmas especificidades do mercado à vista. O autor analisou a variação dos preços mensais de ambos os produtos, e pelo uso do modelo de variância mínima obtido pelo produto da correlação entre as variações dos preços com a razão do desvio padrão da variação do preço à vista em relação desvio padrão do preço futuro. O resultado obtido foi que a companhia aérea deveria fazer *hedge* de 77,77% do volume do combustível dos aviões.

Os autores Franco, Oliveira Neto e Machado (2016) mensuraram a efetividade das operações de *hedge* para o etanol nos Estados de Pernambuco e Alagoas com o uso do mercado futuro listado na B3. Analisando os coeficientes estatístico por regressão linear da variação dos preços, as razões de *hedge* não apresentaram significância estatística. Em Pernambuco, a razão de *hedge* encontrada foi de 22% enquanto de Alagoas 17%, de forma que, a operação não atingiu níveis aceitáveis de redução de risco.

Como exposto, os estudos apontaram em sua maioria, que parte do volume dos ativos deveriam ser feito *hedge*, e não toda a produção, logo surge as seguintes hipóteses para o presente estudo:

- Hipótese nula 2 (Hn2): Não há redução no número de contratos para o *hedge* da soja em Paranaguá utilizando os contratos futuros na Bolsa CME;
- Hipótese alternativa 2 (Ha2): Há redução no número de contratos para o *hedge* da soja em Paranaguá utilizando os contratos futuros na Bolsa CME.

Os resultados obtidos no presente estudo, estimou para as operações de *hedge* com vencimento diário, razão ótima de *hedge* em 0,5149. Ou seja, 51,49% da produção de soja dos produtores devem ser negociadas no mercado futuro, de modo que esse percentual representa a proporção do mercado à vista que terá seu resultado compensado por ganhos ou perdas em igual proporção no mercado futuro, utilizando assim, o número correto de contratos na Bolsa CME.

CAPÍTULO I

1 - MERCADO DE DERIVATIVOS NA OPERACIONALIZAÇÃO DE HEDGE COM APLICAÇÃO EM *COMMODITIES* AGRÍCOLAS

1.1 – Introdução

Operar em um mercado em que o determinante da formação de preço do ativo está sujeito à demanda, oferta, clima, questões econômicas dentre outros que não estão sobre controle de seus participantes, torna-se uma atividade de alto risco. E é com o objetivo de amenizar este impacto que buscam ferramentas e meios que ajudam os produtores e empresas a conduzir suas atividades e maximizar seus resultados.

Uma das ferramentas que as organizações dispõem para o gerenciamento do risco se dá através do *hedge* com o uso de derivativos, que tem por objetivo reduzir a exposição de risco dos produtores e empresas, que podem encontrar sérias dificuldades em manter suas condições financeiras satisfatórias e confortáveis.

1.2 – Caracterização e Surgimento do Mercado de Derivativos de *Commodities* Agrícolas

Amado e Carmona (2004) argumentam que a agricultura é uma atividade de alto risco em função da exposição a fatores climáticos, condições das lavouras, do solo, além de estarem sujeitos à influência da atuação do governo via estoques reguladores, entre outros fatores que afetam diretamente a produção e a demanda e resultam em grande volatilidade nos preços. Adicionalmente, podemos citar o elevado tempo que determinadas culturas precisam para começar a dar retorno, a percepção dos produtos e as complicações logísticas para o escoamento da produção em algumas regiões como preocupações adicionais para o investidor na atividade agrícola.

Empresas que negociam *commodities* agrícolas enfrentam, portanto, variações muito difíceis de prever na produção e, conseqüentemente, no preço. Essa variabilidade leva estas empresas a buscar uma forma de administrar seus riscos frente a efeitos negativos que podem sofrer por aumentos ou diminuições nos preços dos produtos negociados. Uma alternativa

para a gestão dos riscos, de modo a evitar grandes perdas por causa da volatilidade nos preços, é a utilização de contratos derivativos disponíveis em mercados futuros.

De acordo com Machado e Garcia (2014) derivativos são contratos financeiros cujo valor depende do preço de mercado de um ativo real ou financeiro, chamado de ativo subjacente, como por exemplo, ações, títulos, moedas ou *commodities*, que por sua vez, usados de forma responsável, seu uso garante aos agentes minimização de riscos, frente a fatores de riscos que seus ativos estão expostos.

No mercado à vista, compra-se, vende-se e liquida-se física e financeiramente a negociação no momento presente. No mercado de derivativos, negociam-se contratos com vencimentos e liquidação financeira ou física numa data futura sob condições pré-definidas. Note que o mercado de instrumentos derivativos difere do mercado à vista tanto pela sua característica de negociação contingente a eventos futuros quanto pelos objetivos dos seus participantes, que tanto podem estar buscando proteção contra oscilações de preços, chamados de “*hedgers*”, como fazendo apostas sobre a direção dos preços sem a necessidade de comprar ou vender o ativo subjacentes, os “especuladores”. Também é possível que existam participantes que busquem inconsistências nos preços capazes de gerar lucro com baixíssimo risco os “arbitradores” (HULL, 2016).

Por sua vez, os mercados futuros surgiram como um aperfeiçoamento do mercado à vista, ou balcão – aquele que, conforme Santos (2017), constitui pelos negócios realizados entre duas instituições financeiras ou um cliente e uma instituição, livremente pelas partes, com regras próprias – sendo esse um aperfeiçoamento, padronização e local específico de negociação aos seus participantes, realizados por sua vez constituindo a criação das Bolsas.

Segundo Giambiagi e Garcia (2010), os derivativos negociados nas Bolsas, possuem critérios de padronização para seus participantes, critério de ajuste de preço dos contratos diariamente, limites máximos e mínimos que os preços dos ativos podem oscilar diariamente, data de financiamento, e embora não seja a Bolsa quem determina o preço, são os participantes do mercado de derivativos que nela operam, seguindo as suas regras.

Fischer (2012) afirma que para entender e medir possíveis perdas causadas por flutuações é importante identificar e quantificar o mais corretamente possível as volatilidades e correlações dos fatores que causam impactos à dinâmica do preço do ativo. De acordo com Bressan (2001), quanto mais instável o mercado, maiores os incentivos para que os participantes busquem instrumentos de gerenciamento de perdas devido a oscilações nos preços (chamado de risco de mercado) através da operação em bolsas de futuros.

Desta maneira, é possível argumentar que o mercado de derivativos, principalmente o mercado de futuros, ao reunir produtores e grandes consumidores de produtos agropecuários em busca de proteção, além de especuladores que buscam retornos adicionais, ganha uma liquidez que ajuda a transmitir informações novas, facilitando o mecanismo de descoberta de preços pelos agentes econômicos, auxiliando-os na tomada de decisões quanto aos níveis de produção, estoque e consumo, além do gerenciamento do seu caixa. Sendo assim de acordo com Hull (2016) um dos principais usos dos derivativos é a proteção contra os riscos relacionados às oscilações nos preços de mercado através de sua transferência para terceiros (especuladores).

O uso de derivativo possibilita que alguns dos participantes do mercado protejam-se contra as oscilações dos preços de seus produtos e de seus investimentos em ativos financeiros. O risco da oscilação dos preços é distribuído entre os agentes econômicos e a relação entre oferta e demanda influencia diretamente na formação futura dos preços dos produtos negociados nestes mercados. Note, portanto, que alguns dos participantes buscam proteção, enquanto outros buscam retornos adicionais nos seus investimentos conforme suas expectativas sobre os movimentos dos preços (apostas direcionais). Em geral, costuma-se distinguir três tipos de participantes dos mercados derivativos: *hedgers*, especuladores e arbitradores (HULL, 2016).

Conforme cita o autor, os *hedgers* são aqueles que buscam proteção contra as oscilações nos preços de mercado de um determinado ativo, e usam instrumentos derivativos para reduzir seu risco de mercado. Esses agentes buscam minimizar impactos negativos que as oscilações dos preços, no mercado futuro podem proporcionar, através da posição de compra ou também venda (SANTOS, 2017).

Para a BM&F (2007), o objetivo do *hedger* é proteção, e não a obtenção de lucros excedentes. Usualmente, são produtores ou consumidores de determinada mercadoria e gostariam de proteger o preço de compra ou de venda de seus produtos ou insumos contra o risco de variações adversas.

Os *hedgers* buscam a proteção de preço de um ativo comprado que ainda será vendido em uma data futura, cujo preço poderá cair gerando resultados negativos, ou também de um ativo vendido ainda não comprado, que por sua vez o preço poderá vir a subir em uma data futura. Um exemplo de *hedger*, é o produtor de *commodity* (de soja, por exemplo, um caso comum) que deseja assegurar antecipadamente o preço de seu produto após a colheita.

Outro importante participante desse mercado é o especulador cujo propósito básico é obter lucro. De acordo com Santos (2017) o mercado de futuros não possui um número de

agentes que estejam únicos e exclusivamente interessados na proteção do preço de seus ativos.

O autor aponta ainda que os especuladores assumem muitas vezes posições contrárias à dos *hedgers* e assumindo riscos com o propósito de auferir ganhos através da variabilidade dos preços dos ativos. De forma contrária ao que muitas pessoas pensam o especulador não é nocivo ao mercado, e sim, representa um dos responsáveis pela formação futura dos preços dos ativos: quanto maior o número de especuladores que operam em determinada atividade, maior será a transparência de preços para o produto (HULL, 2016).

Para a BM&F (2007) diferentemente dos *hedgers*, os especuladores não têm nenhuma negociação no mercado físico que necessite de proteção. Sua atuação consiste na compra e na venda de contratos futuros apenas para ganhar o diferencial entre o preço de compra e o de venda, não tendo nenhum interesse pelo ativo objeto.

O único participante que assume risco é o especulador, que entra no mercado arriscando seu capital em busca de lucro. Dessa forma, o fato de os especuladores abrirem e encerrarem suas posições a todo momento faz com que o volume negociado aumente, trazendo liquidez para o mercado.

Como as posições assumidas pelos especuladores são muito arriscadas e eles não precisam do ativo-objeto, não costumam permanecer por muito tempo no mercado e dificilmente carregam suas posições até a data de liquidação do contrato. A operação de especulação mais conhecida é a *day trade*, que consiste na abertura e no encerramento da posição no mesmo dia, segundo BM&F (2007).

Outro participante no mercado de derivativos são os arbitradores que, segundo Rodrigues (2015) são agentes que atuam simultaneamente em dois ou mais mercados em busca de oportunidades específicas de desequilíbrios entre os preços, garantindo, assim, lucro com baixo risco pela arbitragem entre os preços: vendem o que está relativamente caro e simultaneamente compram o que está relativamente barato.

Nunes e Visintim (2007) argumentam que o arbitrador também é um participante cujo objetivo é basicamente o lucro, mas que não está disposto a assumir riscos como o especulador. Antes, buscam distorções de preços entre mercados para delas tirar proveito.

Um ponto importante a ser observado é que, à medida que os arbitradores compram no mercado A e vendem no B, aumentam a procura no mercado A (e, conseqüentemente, os preços) e a oferta no mercado B (causando, queda de preços). Em determinado momento, os dois preços tendem a equilibrar-se no preço intermediário entre os dois preços iniciais. O

arbitrador acaba agindo exatamente como um árbitro, por acabar com as distorções de preços entre mercados diferentes.

De acordo com Santos (2017) os participantes no mercado de derivativos objetivam assegurar o preço tanto para o vendedor quanto para o comprador, seja uma *commodity* ou ativo financeiro, reduzindo perdas provenientes das oscilações de mercado cujos fatores estão fora do controle dos participantes do agronegócio. Logo, uma correta gestão de risco e ações que minimizam os efeitos desfavoráveis nesse setor, devem ser adotadas pelos produtores ou gestores de risco das empresas, podendo ser garantidas pelo uso de derivativos.

1.3 – Gestão de risco no agronegócio e o uso de derivativos

Para Saldías, Gutiérrez e Machado, (2010) risco pode ser definido como “uma perda potencial que um negócio pode vir a sofrer devido à ocorrência de eventos desfavoráveis, incertos ou imprevisos”. Essa é uma análise temporal, dado que, em função do tempo, a incerteza ou imprevisibilidade tendem a assumir montantes mais significativos. Por outro lado, ainda segundo os autores, embora a possibilidade de perdas potenciais represente um aspecto negativo, a assunção de riscos é necessária para a obtenção de retornos expressivos

A diminuição do risco inerente às incertezas dos preços é de fundamental importância em uma atividade na qual o seu desempenho encontra-se muito relacionado com a situação dos mercados. Assim como as informações referentes aos mercados estão entre as que mais influenciam o setor agropecuário, o administrador deve decidir para diminuir os riscos utilizando todas as ferramentas disponíveis.

Nesse sentido, para Alves (2016), o uso de contratos futuros é tido como uma importante ferramenta para a mitigação do risco, feito em especial para os produtores agrícolas e indústrias que vivenciam instabilidades nos preços, os quais possuem pouco controle sobre o preço de seus ativos, auxiliando a tomada de decisão.

De acordo com Machado e Garcia (2014) a instabilidade global verificada nos preços e taxas dos últimos anos tem sido desfavorável para diversas economias. A gestão de riscos tende a desafiar a habilidade dos administradores para a redução das oscilações dos resultados financeiros que as organizações estão sujeitas.

A previsão sempre foi um dos objetivos das análises quantitativas em economia. Em conjunto com a teoria econômica, diversas técnicas de previsão auxiliam a tomada de

decisões por parte dos agentes envolvidos em atividades que necessitam de planejamento, avaliação de políticas e redução da incerteza. Um dos objetivos das previsões econômicas, a redução da incerteza, é de especial importância dentro do setor agropecuário, constantemente sujeito a distúrbios irregulares (BRESSAN e LIMA, 2002)

Uma previsão adequada deve dar suporte a uma decisão minimizadora de risco por parte dos tomadores de decisão, sendo essencial, segundo Bressan (2004), para o planejamento individual e organizacional de agentes econômicos. Na atividade agropecuária, a necessidade de informações preditivas de variáveis de mercado é fundamental, dada a defasagem existente entre as decisões de produção e seus efeitos.

No que tange, portanto, à atividade agropecuária em especial, antes que fosse criado instrumentos de negociação como por exemplo as Bolsas, produtores agrícolas e consumidores tinham preços desconhecidos em ocorrência de incertezas e, na falta de parâmetros de preço, era impossível controlar a negociação, devido aos escassos recursos que estavam disponíveis bem como o cone ao escasso conhecimento na época (BARONI, 2010).

Segundo o autor, esta ausência de parâmetros deixava o mercado sem direção no momento da safra, quando os agricultores tinham situações de preço abaixo dos custos e, algumas vezes, perdiam parte dos ganhos de produção devido à baixa rentabilidade e à falta de estrutura de armazenagem. No momento da entressafra, o revés era efetivado, ou seja, o comprador pagando por altos preços para não ter sua linha de produção interrompida por falta de produto.

Para Oliveira Neto (2013), o mercado futuro funciona como como fonte de informação para o agronegócio, ao agregar e disseminar informações, permitindo, a princípio, a alocação eficiente de recursos, a transferência de risco e estabelecimento de previsões de preços para uma data futura. Com isso, os preços no mercado futuro seriam eficientes, nas concepções de Amado e Carmona (2004), quando refletirem todas as informações relevantes à formação de preços até aquela presente data de vencimento do contrato.

Nesse mesmo sentido é válido destacar que a empresa tomará a decisão com base na constatação objetiva da ocorrência de elevação ou redução do valor final. Partindo também do princípio de que todo gestor tende sempre a buscar o aumento da elevação da riqueza das empresas, bem como de seus acionistas, a correta e eficaz análise dos riscos, garante menor exposição a resultados inesperados e maior direcionamento a tomada de decisões mais corretas para suas operações.

Para essa análise dos riscos, as empresas estão cada vez mais em busca e de posse de informações suficientemente boas sobre cenários para suas principais variáveis e tecnologia

suficiente para calcular as probabilidades de ocorrência desses cenários. Segundo Oliveira Neto *et al.* (2016), os administradores de empresas vêm ao longo dos anos, conscientizando sobre a forma que os riscos, os quais estão além do controle, podem afetar as empresas. Variações como taxas de câmbio, juros, oferta e demanda de produtos agrícolas, podem ter efeitos de desestabilização em estratégias de desempenho. Para isso o *hedge* pode ser visto como uma forma de minimizar esses riscos em mercados de derivativos que será demonstrado a seguir.

1.4 – *Hedge*: definição preliminar e justificativa de utilidade

O *hedge* é uma operação que consiste numa cobertura contra riscos das variações dos preços e tem como finalidade proteger alguém de eventuais perdas resultantes de aumento ou declínio do valor de seus bens. Pode-se dizer que fazer um *hedge* é como fazer um seguro, no sentido de dar mais tranquilidade a quem o fez. Com uma operação de *hedge* é possível ou não se obter ganhos. Porém, como instrumento de gestão, o seu principal foco é evitar a perda de ativos da empresa.

De acordo com o Hull (2016), a realização de *hedge*, visa a redução ou limitação da volatilidade de preços às empresas, com o uso de derivativos. O autor ainda define o termo como sinônimo de seguro, pois garante fluxo de caixa necessário para obrigações vincendas; através dele, obtém-se uma proteção contra os efeitos adversos das variáveis sobre as quais as empresas e os países não têm controle.

Ainda segundo o autor, o *hedge* é considerado uma estratégia defensiva que busca evitar perdas em determinadas posições assumidas ou futuras, mediante a compensação entre os resultados produzidos pelos itens objetos e os instrumentos financeiros utilizados na proteção. É importante destacar que ao evitar a perda, o *hedge* também anula a possibilidade de ganho, sendo um objetivo econômico a transferência dos riscos inerentes as operações para um outro agente com oposição oposta.

Para Luz (2008), a ideia principal de *hedge*, como proteção, está profundamente ligada à questão do risco e sua existência ocorre em função das oscilações de preço do mercado. Por consequência, a organização conhece o que tem a pagar ou a receber em uma operação futura e com base nessa informação ela consegue programar suas atividades evitando assim surpresas desagradáveis. É neste sentido que o *hedge* pode ser considerado uma das operações mais eficientes para proteção de investimento.

Uma estratégia de *hedge* equivale ao emprego de uma operação com derivativos como um substituto temporário para uma transação a ser feita no mercado à vista, de tal forma que uma posição em *hedge* fica travada em um valor para uma posição à vista (SANTOS, 2017).

Várias são as vantagens que o *hedge* pode garantir. Para o vendedor é que ele fixa um preço de venda suficiente para cobrir seus custos de produção e garantir-lhe uma margem de lucro, ficando tranquilo para cuidar bem da sua produção, porque terá eliminado importante fonte de incerteza (risco). O comprador por sua vez, fixa um preço de compra que lhe garante custos conhecidos, permitindo uma margem de lucro e minimizando o efeito do risco de alta do preço da mercadoria (BM&F, 2007)

De acordo com Souza, Cunha e Wander (2012) o *hedge* é uma operação em que, aquele que está operando no mercado futuro adota uma posição contrária do mercado à vista, eliminando os possíveis riscos de oscilação de preço da *commodity*. Adotando uma posição contrária entre os mercados, um movimento de alta dos preços, pode por exemplo, dependendo da posição no físico, gerar uma perda, porém, por um ganho no mercado futuro. As posições inversas farão com que essas oscilações gerem resultados opostos compensando o resultado um do outro. O *hedger* passa a eliminar perdas que por ventura estão opostos, entretanto passa a também a não aproveitar das oscilações de preços que poderiam gerar ganhos à sua posição.

Em geral, a decisão de realizar *hedge* surge através da identificação e da necessidade de redução da volatilidade de fatores externos os quais não estão sobre controle das empresas – economia, clima, políticas internas e externas, moeda, demanda e oferta – que por sua vez norteiam as organizações e que podem afetar direta e negativamente seus resultados. E é nesse contexto em que surge a necessidade do emprego do *hedge* nos mercados mais voláteis em proporção maior ou menor (HULL, 2016).

Para Working (1962) *apud* Capitani (2013) além de gerenciar o risco de preços, o *hedge* apresenta grande importância para assegurar um retorno desejado aos agentes que o estão operando. Eles podem atuar no mercado futuro afim de facilitar as estratégias sobre as expectativas de preços e à capacidade de estoque e armazenagem, que por sua vez irá auxiliar todo o processo de negociação, antecipando as negociações à vista, que por sua vez eliminará os riscos de oscilações de preços indesejáveis que podem causar efeitos negativos.

Um fator importante a ser analisado é se a probabilidade de ocorrência de cenários negativos é superior à de positivos, principalmente quando há a decisão de utilizar derivativos. Nessas condições e com instrumentos de resultados simétricos, como contratos futuros e a termo, haveria eliminação dos riscos de preços contidos nos cenários negativos e

positivos, e valor final superior ao que seria obtido sem *hedge*. Esta é a situação em que a empresa está pessimista com relação ao futuro e necessita de proteção (HULL, 2016).

Segundo Oliveira Neto (2013), o *hedge* constitui em uma tomada de posição no mercado futuro inversa ao mercado à vista, pela compra ou venda de derivativos no mercado futuro, como um papel de substituto temporário à negociação no mercado à vista, que será realizada em um momento futuro.

Para melhor compreensão de como essa operação é tida como minimizadora de risco, abaixo definição e exemplificação nos tipos de hedge que as empresas e produtores agrícolas podem adotar.

1.5 – Tipos de *hedge* e suas aplicações

De acordo com Working (1962) *apud* Capitani (2013 p, 116) as operações de *hedge* podem ser realizadas de duas maneiras, de compra (*long*) ou venda (*short*) com o uso de derivativos no mercado futuro (Bolsas) sendo que, independente de qual posição tomada, “os *hedgers* podem ganhar no mercado futuro e perder no mercado *spot*, ou perderem no mercado futuro” e ganhar no mercado *spot*. O ganho ou perda da operação de *hedge* dependerá do comportamento entre o preço *spot* (mercado à vista) e preço futuro se comportarão em relação ao outro (base)

De acordo com Souza, Cunha e Wander (2012, p. 4 e 5):

para o produtor de soja minimizar o risco por meio do mecanismo de *hedge*, ele precisa vender contratos futuros, porque sua preocupação maior é com a queda dos preços da soja (*hedge* de venda). Já a indústria de soja, para minimizar seus riscos, tem que comprar contratos, porquanto sua preocupação é com a alta dos preços (*hedge* de compra).

O *hedge* de venda consiste em uma tomada de posição em que, no primeiro momento, o *hedger* irá vender contratos futuros na Bolsa. Essa categoria de *hedge* é apropriada quando se possui o ativo e pretende vendê-lo no futuro. Neste sentido realizará um *hedge* de venda, assumindo uma posição vendida no mercado (*short*), garantindo assim, o preço desejado para seu ativo (HULL 2016).

Segundo o autor, *short hedge*, é apropriado também quando o *hedger* ainda não tem o ativo no presente mas terá no futuro. Quando um produtor agrícola, por exemplo, de posse de uma *commodity* que estará pronto para vender em um determinado espaço de tempo em data

futura, tem receio que o preço possa vir a cair no futuro quando for realizar a venda no mercado à vista. Importante destacar que o fator gerador de dessa posição de *hedge* é a “posse da mercadoria seja ela presente ou futuro”.

Hull (2016), ilustra essa operação de *hedge* de venda com o caso de um produtor de petróleo que negocia um contrato de 1 milhão de barris, estabelecido que seria aplicado o preço do contrato futuro vigente em agosto de um determinado ano. Nisso, o produtor de petróleo está em uma posição em que vai ganhar US\$ 10.000,00 para cada 1 centavo que o preço futuro do petróleo aumentar nos próximos 3 meses, e perder o mesmo montante para cada 1 centavo que o preço vier a diminuir nesse mesmo período.

Durante a negociação o preço do petróleo à vista estava em US\$ 79,00/barril. Até o vencimento do contrato (agosto), o preço do petróleo estará sujeito a oscilações fora do controle do produtor do petróleo. Ele poderia vir a ganhar se o preço em agosto fosse maior em comparação ao preço à vista, porém perder se esse preço viesse a cair.

Afim de mitigar qualquer evento desfavorável, o produtor poderá realizar *hedge* travando o preço no momento presente. O produtor de petróleo, por estar de posse do produto, irá realizar o inverso na Bolsa, ele irá vender um contrato futuro agosto (definido que seria o utilizado na negociação). Na bolsa CME, cada contrato de barril corresponde a 1.000 barris, logo ele irá realizar a venda de 1.000 contratos, para sua negociação de 1 milhão de barris. A venda será realizada a US\$ 79,00/barril (preço à vista do contrato de agosto).

Chegando o momento do vencimento do contrato, o preço do contrato à vista de agosto caiu para US\$ 75,00/ barril. Neste exemplo, o produtor perdeu US\$ 4,00/barril no mercado à vista. Porém, por ter adotado uma operação inversa no mercado futuro, em agosto, na data de efetivação do contrato, ele terá nesse segundo momento, comprar contratos futuros a US\$ 75,00/barril, ou seja, US\$ 4,00/barril a menos do que vendeu em maio, auferindo lucros no mercado futuro.

Com isso, a perda que ele teve no mercado à vista, foi anulada pelo ganho obtido com a operação de *hedge* na Bolsa.

Nesta operação, a realização de *hedge* foi favorável ao produtor pois houve uma queda no preço do petróleo, ele deixou de perder US\$ 4,00/barril por ter usado derivativos agrícolas para sua gestão de risco.

Porém o inverso pode acontecer. Ganhos podem deixar de serem conquistados com a realização de *hedge*. Em um outro exemplo, uma empresa exportadora comprou em maio barris de petróleo ao preço unitário de US\$ 78,00. Porém ela ainda não realizou a venda. A incerteza do comportamento do preço do petróleo no futuro, fez com que a empresa vendesse

contratos futuros base Setembro ao mesmo preço de comprou. Este mês foi utilizado, pois foi o mês que ela espera receber o produto comprado.

Próximo ao vencimento, foi realizada a venda na exportação, ao preço de US\$ 83,00/barril, auferindo nesse caso, um ganho de US\$ 5,00/barril no mercado à vista. Porém por ter vendido contratos futuros na Bolsa no momento da aquisição do petróleo, ela agora terá que comprar os mesmos contratos ao preço que está vendendo, o que lhe dará um prejuízo de US\$ 5,00/barril no mercado futuro.

Caso o produtor não tivesse feito *hedge* dessa operação, teria comprado o produto US\$ 5,00/barril mais barato, em detrimento da alta que o preço teve no mercado à vista. Se ele tivesse certeza que o mercado fosse subir, não deveria ter feito a proteção do preço, porém a empresa não é responsável pela formação de preço desse produto, não tendo controle sobre as cotações internacionais, é um produto com preço listado em Bolsa (*commodity*) influenciando por fatores externos aos quais os produtores são afetados diretamente.

Por sua vez, de acordo com Hull (2016) quando um produtor que corre o risco de ser afetado negativamente pela possível alta de preço do ativo, deve adotar o *hedge* de compra, ou *long hedge* que consiste em uma tomada de posição no primeiro momento de compra contratos futuros na Bolsa.

Este tipo de *hedge* é apropriado para o agente que precisa adquirir um ativo no futuro. Por sua vez, entrará no mercado realizando um *hedge* de compra, ficando em uma posição comprada no mercado (*long*).

Fazendo outra análise, porém olhando o lado inverso, a do comprador, se para uma indústria que necessite comprar matéria prima, um processador de alimentos ou um importador ou outros compradores de produtos agrícolas, geralmente precisam de proteção contra o aumento de preços e utilizam o ***hedge long (longo)***, que envolva uma posição de futuros inicia longa. Exemplo:

Uma empresa realizou em janeiro uma venda de 100mil libras¹ de cobre, pois os preços atuais estavam favoráveis obtendo assim uma margem desejada, frente ao que vinha planejando como receita. No momento dessa venda, o preço à vista para entrega do produto em maio estava de US\$ 3,40/libra (unidade de media na Bolsa para esse produto). Desejando se livrar de qualquer evento desfavorável a essa operação, e dada a instabilidade do mercado, a empresa no momento da venda realizou uma compra de 4 contratos futuros de cobre (cada

¹ Libra: Unidade de medida dos Estados Unidos equivalente a 0,453597 quilo

contrato na Bolsa CME possui 25mil libras), ao preço de US\$ 3,40/libra com vencimento em maio.

No mês de abril, ela realizou a compra desse cobre para cobrir a venda realizada anteriormente. No período de aquisição, de posse ao produto, o preço à vista do contrato de maio estava em US\$ 3,55/libra. A empresa então vendeu contratos futuros de maio ao mesmo valor, desfazendo tanto a operação à vista quanto a operação no mercado futuro.

Nesta operação, a empresa teve um prejuízo de US\$ 0,15/libra no mercado à vista, porém foi compensado em igual valor pela ação tomada no mercado futuro.

Por outro exemplo, em janeiro uma empresa fechou um contrato de venda com seu cliente, ao preço de US\$ 3,60/libra, cotação da Bolsa de agosto. Para não ocorrer o risco de no momento futuro da compra do cobre para a cobertura do contrato, ela então compra contratos futuros de agosto ao mesmo preço, para que as oscilações de preço do mercado não afetem negativamente suas operações.

Em julho quando a empresa decidiu comprar o cobre, o preço no mercado à vista estava em US\$ 3,50/libra. Para concluir sua operação de *hedge* ela então vende contratos futuros de agosto ao mesmo preço.

Neste exemplo, a estratégia de *hedge* não foi favorável à empresa, pois se deixasse de fazê-lo, teria tido um ganho de US\$ 0,10/libra, porém esse ganho foi compensado pela perda no mercado futuro, o que limitou sua receita.

Esses exemplos mostram de acordo com Hull (2016), que a realização de *hedge* usando contratos futuros podem resultar em aumento bem como redução de lucros da parcela não feita *hedge*. Entretanto a maioria das empresas estão em atividades que envolvem desde produção, comércio de atacado, ou varejo revenda e também prestação de serviço. Elas, na maioria das vezes, não têm habilidades ou toda expertise na previsão de variáveis como taxa de juros e câmbio e preço de *commodities*, o que faz sentido para essas empresas fazer o *hedge* dessas variáveis que estão além de seus controles. Com isso a empresa irá focar em sua atividade principal de negócio, as quais elas possuem maior habilidade e expertise, evitando consequentemente indesejáveis eventos desfavoráveis as suas operações, como exemplo um brusco aumento no preço de um bem a ser vendido no futuro.

Segundo Silva (2016), o *hedge* demonstra sua viabilidade no sentido que os preços à vista e futuro tendem a se mover de forma paralela, haja visto que ambos os mercados são influenciados pelos mesmos fatores. Dessa forma o produtor ou gestor de risco de uma empresa tem a possibilidade de eliminar seu risco.

Contudo, segundo Hull (2016) e Silva (2016) o *hedge* perfeito, ou seja, aquele que elimina todo o risco da operação é raro. Isso ocorre por o ativo ao qual se pretende fazer a proteção do preço no mercado à vista, ter diferenças das características do ativo utilizado no mercado futuro.

As operações de *hedge* demonstrados por Hull (2016), são muito bons para serem tomados como regra geral nas operações de *hedge*. Neles, foi possível encontrar com precisão um ativo no mercado futuro que correspondesse com perfeição ao mercado à vista sendo possível eliminar praticamente todos os riscos usando o preço de um mercado futuro no mercado à vista, conhecido como *hedge* perfeito. Porém essa operação não é tão fácil como pode se perceber, haja visto que para determinadas *commodities* como a soja, o preço listado no mercado futuro, não corresponda exatamente ao preço praticado por exemplo no mercado interno brasileiro.

CAPÍTULO II

2 – RISCO DE BASE E ALTERNATIVA DE *CROSS HEDGE* PARA A DETERMINAÇÃO DA RAZÃO ÓTIMA DE *HEDGE*

2.1 - Introdução

Encontrar no mercado futuro um derivativo que corresponda exatamente ao preço do mercado à vista para a realização de *hedge* não é uma tarefa tão fácil em especial para o mercado agrícola, devido a existência de diferença de preços e características entre o contrato à vista e futuro (HULL, 2016).

Logo, os gestores de risco no agronegócio precisam definir no mercado futuro o contrato com as características mais próximas da *commodity* que se pretende fazer o *hedge*, denominando dessa operação de *cross hedge*. Por sua vez, a fim de minimizar os riscos contra oscilações de preços de mercado, deverão estimar a razão ótima de *hedge*, para determinar o volume correto de contratos futuros a serem utilizados para maximizar a eficiência do *hedge* (HARZER, FUMAGALLI e SOUZA, 2012; HULL, 2016).

2.2 – O risco de base

De acordo com CME (2016) os preços no mercado físico de uma *commodity* em diferentes localidades diferem do mercado futuro, correspondendo ao preço do ativo ajustado com variáveis como despesas portuárias, armazenagem, qualidade, frete e principalmente a oferta e demanda por ele em um local específico, variando de região para região.

Essa diferença é definida como base, é segundo Oliveira Neto, Maia e Rezende (2015) como os custos de armazenagem para estocagem física de uma determinada *commodity*, diferença de qualidade, distância dos locais de estocagem e o de entrega, oferta de outros países, estoques, eficiência ou deficiência dos modais de transporte, capacidade de armazenamento, fatores que refletem diretamente do fortalecimento ou enfraquecimento da base, impactando diretamente no preço do mercado à vista.

Levando esses pontos em consideração, nota-se então que pode não ser na prática uma tarefa tão simples encontrar um ativo no mercado futuro que corresponda exatamente ao ativo no mercado à vista, conforme Hull (2016, p. 57 e 58) demonstra:

O ativo cujo preço vai ser feito *hedge*, pode não ser exatamente o mesmo ativo subjacente ao contrato futuro;
 O *hedger* (quem está fazendo o *hedge*), pode estar incerto quanto à data que o ativo será comprado ou vendido;
 Pode ser que o *hedge* tenha que o contrato futuro seja encerrado antes do seu período de entrega.

Essa diferença entre os preços à vista e futuro é, de acordo com Souza (2013) conhecida como base, pode ser representada pela equação abaixo:

$$B_t = S_t - F_t \quad (1)$$

onde:

B_t = valor da base no período t

S_t = preço à vista no período t

F_t = preço futuro no período t

De acordo com Hull (2016), se o ativo no mercado à vista é o mesmo do mercado futuro então a base é zero quando ocorrer o vencimento da operação de *hedge*. Antes do vencimento a base pode ser negativa ou positiva. Com o passar do tempo pode haver uma diferença entre a variação do preço à vista com o preço futuro, logo por sua vez, a base também terá comportamento diferente durante a duração do *hedge*.

Nas operações de *hedge*, Harzer, Fumagalli e Souza (2012) dizem que existe uma troca de riscos das variações dos preços de mercado, pelo risco de base, tornando importante o conhecimento do comportamento da base ao longo do tempo e também o grau de risco.

Para os autores, uma das formas de mensurar o risco de base pode se dar pela mensuração da sua volatilidade, fazendo com que, o maior risco se dará pela maior volatilidade da base em um determinado espaço de tempo.

De acordo com Oliveira Neto, Maia e Rezende (2015) quanto maior a volatilidade do valor da base maior tende a ser seu risco. O risco de base por sua vez, pode ser mensurado através do desvio padrão da base dada pela equação:

$$Rb = \sqrt{\frac{\sum |x - \bar{x}|^2}{n}} \quad (2)$$

onde:

Σ = somatório;

$\bar{x}$ = base;
 $\bar{\bar{x}}$ = média aritmética da base;
 n = número da amostra;

Se o ativo a ser feito o *hedge* e o subjacente no mercado futuro são os mesmos (como os exemplos anteriores do petróleo e cobre, cujos ativos possuem exatamente o mesmo contrato no mercado futuro, na Bolsa), a base tende a ser 0. Souza (2013) aponta que uma avaliação importante a ser considerada é o potencial da base. Com o passar do tempo, o preço futuro e o preço à vista de um ativo de um mês de entrega específico, podem sofrer variação em diferentes proporções para cada um deles. Quanto mais positiva (ou menos negativa) a base fica, mais forte ela se torna. Por outro lado, quanto mais negativa (ou menos positiva) fica a base, mais fraca ela se torna (SOUZA, 2013; HULL 2016)

Segundo CME (2016) em uma situação por exemplo em que que uma base 20 centavos negativa (preço físico 20 centavos abaixo do preço futuro) para 10 centavos negativa, há o fortalecimento da base, ainda que ela seja negativa. Caso haja uma mudança na base de 20 centavos positiva (preço físico 20 centavos acima do preço futuro) para 15 centavos acima, esse por sua vez representa um movimento de enfraquecimento da base. Segundo CME (2016, p. 11), base “significa apenas fazer a cotação da relação entre o preço no mercado físico com o preço no mercado futuro”.

Para Hull (2016), à medida que se aproxima o mês de entrega de um contrato, o preço futuro (*future price*) converge para o preço à vista (*spot price*), pois compradores e vendedores percebem a diferença entre os preços e tomam posição levando os preços ao equilíbrio.

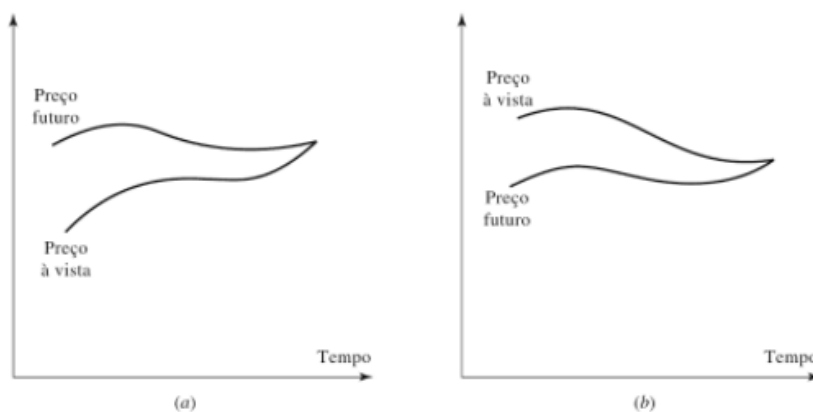


Figura 1 – Relação entre o preço futuro e o preço à vista à medida que nos aproximamos de entrega: (a) preço futuro acima do preço à vista; (b) preço futuro abaixo do preço à vista
 Fonte: Hull (2016, p. 30)

O autor argumenta que quanto mais próximo ao período de entrega dos contratos, mais próximos tende a estar os preços dos mercados. No gráfico acima à esquerda, é demonstrado a convergência do preço futuro ao preço à vista. Já o gráfico à direita o preço futuro está abaixo do preço à vista

Porém, “caso o preço no mercado físico supere o preço do mercado futuro, considerar-se-á o fortalecimento da base. Por outro lado, caso o preço no mercado físico venha a ser inferior ao preço no mercado futuro, isso indicará o enfraquecimento da base” (OLIVEIRA NETO MAIA e REZENDE, 2015, p. 5).

Para os autores, esse movimento de variação de preços entre o mercado à vista e o mercado futuro definisse-se como risco de base, e os fatores anteriormente citados são os responsáveis pelo enfraquecimento ou fortalecimento.

É importante, conforme aponta Alves (2016), que a formação de preços no mercado futuro atenda as expectativas dos *hedgers* quanto ao preço à vista no momento futuro de um determinado contrato:

Quanto melhor os preços futuros puderem predizer o comportamento dos preços à vista, por meio da absorção do conjunto de informações disponíveis no mercado, mais eficientes tendem a ser as estratégias de *hedge*. Nesse mesmo sentido, quanto mais integrados forem dois mercados especialmente separados, menor tende a ser o risco de base, uma vez que a formação de preços deverá refletir as condições de todo o sistema integrado (ALVES, 2016, p. 61).

Para Santos (2017), a forma como a base se comporta durante o tempo é o maior determinante tanto para o sucesso quanto para o fracasso seja para produtores ou empresas comerciantes, pois é através da relação do preço à vista com o preço futuro em um determinado espaço de tempo que os diversos agentes no mercado agrícola poderão especular, arbitrar ou realizar *hedge*.

No caso das *commodities*, o risco de base para Hull (2016) leva em consideração desequilíbrios na oferta e demanda, capacidades de estocagem, logística, que por sua vez geram a variação desses itens que diferenciam o preço do produto no mercado à vista do mercado futuro (base) em diferentes proporções até o fim do *hedge*.

2.3 – Cross Hedging e a Razão Ótima de Hedge

De acordo com Santos (2017), a compreensão da base garantirá aos produtores e gestores de risco das empresas, o entendimento de em alguns casos, haja a inexistência de um contrato futuro com as mesmas características do mercado à vista. Nisso, nas operações de

gestão de risco através do *hedge*, deverá ser feita uma correta análise sobre qual ativo no mercado futuro mais se aproxima das características do mercado à vista.

Os casos de *hedge* demonstrados no capítulo 1 foram de produtos do mercado à vista com as mesmas características do mercado futuro, porém quando um ativo no mercado físico não tem as mesmas características do mercado futuro, os agentes podem fazer uso do *cross hedge*, ou *hedge* cruzado a fim de reduzir as oscilações de preços impostas pelo mercado aos seus ativos (HULL, 2016).

Para Maia e Aguiar (2010), correlações entre os mercados à vista e futuro listados em Bolsas fazem com que, variações nos preços em um determinado mercado tendem a ser ao menos parcialmente compensadas pelas variações de outro mercado, fazendo com que o retorno de uma operação de *hedge* seja determinado pela variação dos preços ao longo do tempo. Uma importante análise para essa operação se dá no comportamento histórico da base.

Não existe um *hedge* que elimina totalmente os riscos, ele pode proteger contra os riscos de mercado, porém existe em determinados casos os riscos de base, especificamente nas operações de *cross hedging*, cujo contrato futuro não seja perfeitamente correspondente ao preço do mercado à vista (HARZER, FUMAGALLI E SOUZA, 2012)

Devido as diferenças entre um contrato no mercado à vista com o mercado futuro (base), o *hedge* para esses casos pode ser feito com um ativo no mercado futuro que mais se aproxima do mercado futuro. Logo quando um *hedge* é feito entre produtos que não tenham o preço totalmente correlacionais é denominado conforme Hull (2016) de *cross hedging*.

Harzer, Fumagalli e Souza (2012) apontam ainda que, tanto para um produtor agrícola, quanto para uma empresa efetuar o *hedge* de todo o volume da *commodity*, gera custos, além de poder não garantir o melhor resultado para a operação de proteção de preço. Uma alternativa para a solução desse problema, se dá através da mensuração do volume no mercado futuro que deve ser utilizado para se obter os resultados esperados, denominada como razão ótima de *hedge*.

Para Georgiou (2011) *apud* Santos (2017) fazer o *hedge* total do volume (ou *full hedging*), está baseado

em um mercado eficiente, no qual todo o conjunto de informações no mercado futuro permite uma cobertura completa pelo agente no mercado *spot*. Neste tipo de mercado, os produtos são homogêneos, isto é, sem variação de qualidade e perfeitamente substitutos, não existe poder de mercado, as informações são simétricas e não possuem custos de transação (GEORGIU, 2011 *apud* SANTOS 2017, pag 33).

Para Medeiros, Cunha e Wander (2013), nestes casos é necessário definir qual o percentual da produção deverá ser feito *hedge*, encontrando assim um ponto de equilíbrio (razão ótima de *hedge*) que reduza os riscos nos dois mercados.

Isso pode ser obtido através variância mínima, que dependerá da relação da mudança do preço à vista com a mudança do preço futuro, em especial para os investidores com aversão ao risco (*hedgers*), em busca de lucro com o menor risco, servindo como um controle no gerenciamento de risco (HARZER, FUMAGALLI, SOUZA, 2012 e NOGUEIRA, 2013).

Santos (2017) define a razão ótima de *hedge* pela variância mínima como a quantidade de contratos que devem ser utilizados no mercado futuro que mitigariam a volatilidade dos preços no mercado à vista.

Para Hull (2016) essa razão será definida de acordo com a proporção do tamanho da posição em mercado futuro em relação ao mercado à vista. Contrariando a maioria dos casos em que razão seja 1:1, ou seja, toda a produção deva ser feita *hedge*, o objetivo do gestor de risco no agronegócio é a proteção contra o risco de forma a reduzi-lo o máximo possível, podendo ter razão diferentes de 1:1. O autor apresenta a seguinte equação para o cálculo da razão ótima de *hedge*.

$$h^* = \rho \frac{\sigma_S}{\sigma_F} \quad (3)$$

Onde:

h^* = coeficiente de variância mínima da taxa de *hedge*;

σ_S = desvio padrão de ΔS durante o tempo de duração do *hedge*;

ΔS = mudança no preço à vista

σ_F = desvio padrão de ΔF durante o tempo de duração do *hedge*;

ΔF = mudança no preço futuro;

ρ = coeficiente de correlação entre os dois

Segundo Hull (2016, p. 63) “os parâmetros ρ , σ_S e σ_F são estimados de dados históricos, cuja hipótese implícita que o futuro terá o mesmo padrão de comportamento semelhante ao passado”. Quanto maior for o coeficiente de correlação entre os mercados à vista e mercado futuro, maior será a efetividade do *hedge*.

De acordo com Harzer, Fumagalli e Souza (2012) o objetivo da mensuração da razão ótima de *hedge* é maximizar a eficiência da proteção obtida no uso de contratos futuros, adequando as perdas com ganhos financeiros através da variância mínima.

Silva (2016) complementa a importância dessa razão no sentido de permitir ao *hedger*, reduzir sua exposição à volatilidade de preços com a menor quantidade de contratos possíveis. Toda a posição no mercado à vista seria coberta então, com o menor número de contratos na Bolsa de mercado futuro, através da taxa ideal de *hedge* de mínima variância.

É através da estimação da razão ótima de *hedge*, o número de contratos no mercado futuro que deverá ser utilizado na operação de *hedge*, que é expresso pela equação demonstrada por Hull (2016):

$$N^* = \frac{h^* Q_A}{Q_F} \quad (4)$$

Onde:

N^* = número ideal de contratos

h^* = razão ótima de *hedge* de mínima variância;

Q_A = tamanho da posição a ser feita o *hedge*

Q_F = tamanho de um contrato futuro

Segundo Alves (2016) contratos futuros devem ser comprados e vendidos com base na mesma ponderação por risco e retorno. A proporção de contratos futuros em relação ao mercado à vista que minimiza o risco da diferença de oscilação de preços entre o mercado à vista e o mercado futuro é dada pela razão ótima de *hedge*.

O autor aponta ainda que a superestimação dessa razão pode ocasionar custos elevados que incidem na operação de gerenciamento de risco, e subestimá-la, a utilização de contratos futuros nas Bolsas não ser suficiente para a gestão de risco dos preços das *commodities*. Sendo assim o *hedge* terá o resultado mais eficiente se os preços futuros refletirem adequadamente as expectativas sobre o preço do mercado à vista.

CAPÍTULO III

3 – CARACTERIZAÇÃO DO OBJETO DE ESTUDO E DAS VARIÁVEIS DA PESQUISA

3.1 – Introdução

Neste capítulo, será abordado o objeto de estudo bem como as variáveis da pesquisa. Serão tratados os locais de operações para uso de derivativos, em específico o mercado OTC – *Over The Counter* ou Mercado Balcão, caracterizado por mercados informais e sem padronização, em outro sentido as Bolsas de Mercadorias constituintes dos locais formais e padronizados, especificamente a Bolsa CME. Por conseguinte, uma abordagem da soja no mercado brasileiro, levantamento da evolução da produção nacional e dos principais produtores, bem como das exportações, e por fim delineamento da precificação da soja no mercado interno, abordando o mercado futuro e a base constituindo o mercado à vista.

3.2 – Mercado *OTC* x Bolsas de Mercadorias

Normalmente, as operações no mercado balcão podem ser realizadas basicamente em dois locais distintos: no Mercado OTC (*Over the Counter* ou Mercado Balcão) ou nas Bolsas de Mercadorias.

Pinheiro (2005) define o Mercado de Balcão como um mercado organizado, cuja negociação não é realizada em um local determinado (como é o Mercado das Bolsas de Mercadorias). As principais características desse mercado segundo o autor são:

- Ausência de um local de negociação centralizado fisicamente com a consequente dependência de um sistema de comunicação para a realização da divulgação das informações;
- Operações centralizadas nesse mercado tem pouco influência nas operações seguintes, em termos de preço, isso porque não há divulgação massificada como ocorre nas Bolsas de Valor; e
- Não há homogeneidade em termos de participantes e operações.

Os contratos negociados em balcão, cujas especificações (como preço, quantidades, cotações e locais de entrega) são determinadas diretamente entre as partes contratantes, ou com intermediação de bancos ou corretoras, e são negociações não intercambiáveis. Dificilmente o participante conseguirá transferir sua obrigação a outro porque esse contrato foi negociado para satisfazer as necessidades dos participantes que o celebraram, conforme aponta Andrade (2015). Porém, de acordo com Hull (2016), as entregas físicas dos negócios futuros são muito mais expressivas em comparação com as Bolsas.

Afim de melhorar e profissionalizar as negociações, foram criadas as Bolsas de Mercadorias, que nasceram de mercados onde se compravam e vendiam mercadorias à vista (*OTC*). À medida que esses mercados foram aumentando de dimensão, com mais compradores e vendedores, foram se tornando mais líquidos, e os agentes envolvidos foram adquirindo maior confiança, certos de estarem pagando ou obtendo melhores preços pelos seus produtos. Das transações em dinheiro passou-se aos negócios para entrega futura e, daí, para a compra de contratos a termo (SILVA, 2000).

Segundo a CME (2016) além de estabelecerem, mediante oferta e procura cotações em pregão público, executam outras funções úteis aos *hedgers* e aos especuladores. Elas atuam como canais de informações e regulamentação, deixando ver o que se passa com diversos produtos através do mundo e o que afetará seus preços, ou seja, uma análise de mercado. Neste mesmo sentido, as Bolsas padronizam os diversos lotes dos produtos que se pretende negociar, afim de que a negociação básica inclua a mesma quantidade de mercadorias.

Nunes e Visintim (2007) afirmam que as Bolsas são um elo entre produtores, comerciantes, beneficiadores e demais participantes da cadeia produtiva agropecuária, de modo que ambas as partes realizem negócios de seguro de preço e de seus produtos. Sendo assim, as Bolsas passam a ser um ambiente dinâmico no qual os preços dos produtos são expostos, não é ela quem determina os preços no mercado futuro, compreende apenas um local específico de negociação padronizando as operações, representando a vontade de compradores e vendedores que estes por sua vez determinam os preços das negociações.

Uma das mais importantes Bolsas de derivativos agrícolas no mundo é a *Commercial Mercantil Exchange* (CME). Conforme aponta a CME (2016), ela constitui como a maior e mais diversificada Bolsa de derivativos do mundo.

Foi fundada em 1848 por 82 comerciantes em Chicago no estado de Illinois nos Estados Unidos da América. Na sua origem, eram negociados somente produtos agrícolas, tais como milho, trigo, aveia e soja. Com o tempo, os contratos de futuro também passaram a envolver outros produtos, como ouro e prata. As operações da Bolsa têm expandido de forma

muito rápida, expandindo as *commodities* agrícolas, operações como taxas de juros, títulos de governo, índices de ações dentre outros (PINHEIRO, 2005).

Especificamente para os contratos futuros de soja, a CME, que representa segundo Marquezin (2013) forças de oferta e demanda de todos os países produtores e consumidores de soja, destacado como a principal formadora de preços à vista em todo o mundo. O autor aponta que em 2009 foram negociados nessa Bolsa, um total de 18,7 vezes a produção mundial da soja, garantindo maior liquidez, sendo esse um dos principais motivos que levam os agentes que operam esse contrato a escolherem a CME.

No mercado futuro, a liquidez das Bolsas é um item imprescindível de ser levado em consideração. Ela representa segundo Marquezin (2013) a capacidade de um agente que comprou, vender sua posição, ou quem vendeu em um segundo momento comprar, ambos os casos para desfazerem suas posições.

A quantidade de participantes operando nesse mercado, torna-se importante para gerar liquidez, pois ela está diretamente ligada ao volume e a velocidade de realizar uma determinada operação na Bolsa (SOUZA, 2016). O autor complementa também que a padronização dos contratos é um importante fator que contribui para o aumento da liquidez na bolsa, atendendo em especial as demandas dos *hedgers*.

Kawai Junior (2017) define liquidez de mercado como:

a capacidade que se tem de trocar de posição, a critério do investidor, sem que haja grandes constrangimentos no mercado”. A falta de participantes em um mercado, pode gerar risco de liquidez, pois Trata-se do risco que um participante do mercado tem, de abrir uma posição e não conseguir encerrá-la em um período curto de tempo. Este risco inibe a entrada de novos agentes no mercado temerosos de incorrer em pesadas perdas em episódios de crise (no qual o mercado muda abruptamente de direção) tornando-se praticamente impossível vender o que se comprou ou comprar para cobrir uma posição vendida. Será tratado mais especificamente adiante. (KAWAI JUNIOR, 2017, pag. 51)

De acordo com CME (2016), um dos itens que tende a contribuir para a liquidez do mercado futuro, é a padronização dos contratos. Ela garante maior transparência e segurança nas negociações, haja visto que seus participantes saberão exatamente os parâmetros de qualidade, quantidade, os determinantes de oscilação de preço que podem ocorrer durante a maturação dos contratos. Especificamente na Bolsa CME, para o contrato de soja, foi padronizado um contrato de soja a 5.000 *bushels* – unidade de medida de grãos nos Estados Unidos, sede da Bolsa. Cada *bushel* de soja tem um peso de 60 libras, sendo que cada libra

corresponde a 0,453592kg. Logo, cada *bushel* possui 27,2155kg, correspondendo cada contrato 136,077 toneladas.

No Brasil, a B3, criada em março de 2017 – combinação entre a BM&FBovespa, Bolsa de Valores Mercadorias e Futuros com a CETIP, com primórdios datados em 26 de outubro de 1917 com a criação da Bolsa de Mercadorias de São Paulo (BMSP), ainda possui um volume negociado de contratos futuros de soja baixo, apesar segundo Alves (2016) do Brasil ser o segundo maior produtor e o maior exportador de soja do mundo.

3.3 – Mercado de Soja

3.3.1 – Crescimento da Soja

Diversas são as agências no Brasil e no mundo que realizam estimativas na produção de soja no Brasil e no Mundo, dentre os mais conceituados são os brasileiros: Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), SAFRAS & Mercados e a consultora Agrinvest. Dentre o internacional e o principal de referência mundial, o qual exerce maior influência sobre os preços na Bolsa de Chicago é *United States Department of Agriculture* (USDA) dos Estados Unidos.

Independente da companhia, uma certeza se terá em relação à Safra de Soja no Brasil confirmada por todas para o ano de 2017: um volume recorde na produção.

O ano de 2017 tem sido um ano favorável ao plantio da oleaginosa em praticamente todas as regiões do Brasil, contrário do último ano cuja expectativa de uma safra recorde foi abolida em detrimento do evento climático El Niño ², quebrando a safra de soja brasileira.

Com clima favorável, marcado por chuvas regulares durante o ciclo de plantio e desenvolvimento do grão, bem como o controle de pragas e doenças nos campos, o Brasil caminha para sua produção recorde acima dos 100 milhões de toneladas.

Segundo projeções do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA), o mais respeitado mundialmente nas projeções de agronegócio, o Brasil é colocado no ranking dos atuais 3 maiores produtores de soja do mundo, cuja expectativa, segundo o órgão, é uma produção de 111 milhões de toneladas, com base no relatório divulgado em abril de 2017,

² El Niño: Evento climático caracterizado pelo aquecimento das águas do Oceano Pacífico e por sua vez causa alteração de clima quente e umidade para o mundo. Caracteriza-se pela redução de chuvas ou até mesmo ausência por um grande período durante o ano.

ficando atrás apenas dos Estados Unidos, cuja produção deve ficar acima de 117 milhões de toneladas conforme demonstrado na tabela abaixo.

Tabela 1: Produção Mundial de Soja

PRODUÇÃO MUNDIAL DE SOJA - USDA

(milhões de toneladas)

	2004/05	2005/06	2006/07	2007/08	2008/09	2009/10	2010/11	2011/12	2012/13	2013/14	2014/15	2015/16	2016/17	Projeção
Estados Unidos	85,02	83,51	87,00	72,86	80,75	91,47	90,66	84,29	82,79	91,39	106,88	106,86		117,21
Brasil	53,00	57,00	59,00	61,00	57,80	69,00	75,30	66,50	82,00	86,70	97,20	96,50		111,00
Argentina	39,00	40,50	48,80	46,20	32,00	54,50	49,00	40,10	49,30	53,40	61,40	56,80		56,00
China	17,40	16,35	15,08	12,73	15,54	14,98	15,08	14,49	13,01	11,95	12,15	11,79		12,90
Índia	5,85	7,39	7,15	9,47	9,31	9,70	10,13	11,94	12,19	9,48	8,71	7,13		11,50
Outros	8,48	9,69	9,63	8,05	9,59	10,80	12,54	14,65	15,90	16,04	19,05	18,37		37,36

Fonte: Elaborado pelo autor com dados do USDA coletados em abril de 2017

Não apenas o crescimento da produção da soja, mas também das exportações do Brasil tem se destacado consideravelmente. O país desde o ano de 2013 tem se mantido em primeiro lugar como principal exportador de soja do mundo. E a projeção é que esse cenário se mantenha para o ano de 2017.

Conforme dados do USDA de abril de 2017, o Brasil deverá exportar nesse ano um volume de quase 62 milhões de toneladas, quase 7 milhões a mais que os Estados Unidos, segundo colocado. Abaixo tabela com a série histórica:

Tabela 2 – Exportações Mundiais de Soja

EXPORTAÇÕES MUNDIAIS DE SOJA - USDA

(milhões de toneladas)

	2004/05	2005/06	2006/07	2007/08	2008/09	2009/10	2010/11	2011/12	2012/13	2013/14	2014/15	2015/16	2016/17	Projeção
Brasil	20,14	25,91	23,49	25,36	29,99	28,58	29,95	36,26	41,90	46,83	50,61	54,38		61,90
Estados Unidos	29,86	25,58	30,39	31,54	34,82	40,80	40,96	37,19	36,13	44,59	50,14	52,69		55,11
Argentina	9,57	7,25	9,56	13,84	5,59	13,09	9,21	7,37	7,74	7,84	10,57	9,92		9,00
Paraguai	2,88	2,38	4,14	4,10	2,62	4,07	5,23	3,57	5,52	4,90	4,49	5,31		6,20
Canadá	1,12	1,33	1,68	1,75	2,02	2,25	2,94	2,93	3,47	3,47	3,85	4,26		4,40
Outros	1,18	1,41	1,89	1,73	2,18	2,66	3,42	4,87	6,04	5,14	6,55	5,68		6,69

Fonte: Elaborado pelo autor com dados do USDA coletados em abril de 2017

Apesar da soja ocupar o segundo lugar em volume nas exportações brasileira, ela vem por sua vez adquirindo maior participação no valor total exportado, em detrimento da queda do preço médio por tonelada do minério de ferro. No ano de 2016 as exportações de soja do Brasil somaram um montante de US\$ 19,33 bilhões enquanto o minério de ferro US\$ 13,29 bilhões, colocando a soja em um patamar de destaque para a manutenção da balança comercial brasileira.

Tabela 3 – Montante Valor Exportações Brasil – TOP 5 Produtos

MONTANTE VALOR EXPORTAÇÕES BRASIL - TOP 5 PRODUTOS

(em bilhões de dólares)

Valor (US\$)	SOJA MESTRO TRITURADA	MINÉRIOS DE FERRO	ÓLEOS BRUTOS DE PETRÓLEO	AÇÚCAR EM BRUTO	CARNE DE FRANGO "IN NATURA"
2016	19,33	13,29	10,07	8,28	5,95
2015	20,98	14,08	8,28	5,90	6,23
2014	23,28	25,82	5,57	7,45	6,89
2013	22,81	32,49	4,84	9,16	7,00
2012	17,46	30,99	4,34	10,03	6,73
2011	16,33	41,82	4,01	11,55	7,06
2010	11,04	28,91	3,30	9,31	5,79
2009	11,42	13,25	2,50	5,98	4,82
2008	10,95	16,54	2,15	3,65	5,82
2007	6,71	10,56	2,07	3,13	4,22

Fonte: Elaborado pelo autor com dados do MDIC, Abril de 2017

Se por sua vez, o valor exportado de Soja pelo Brasil concentra-se em primeiro lugar, sua participação no PIB brasileiro tem importância representativa, bem como para a manutenção da Balança Comercial do país.

Abaixo dados estatísticos do PIB Brasil e a contribuição que as exportações da soja representaram nos últimos anos. Conforme dados do MIDIC a soja tem contribuído em média nos últimos 3 anos, um total de 1% no PIB do Brasil:

TABELA 4 – Participação Exportações Soja no PIB Brasil entre 2007 e 2015

PARTICIPAÇÃO EXPORTAÇÕES SOJA NO PIB BRASIL

ANO	P I B BRASIL		EXP BRASIL SOJA (FOB)		
	US\$ bi	Tx. real	US\$ bi	Var.	Part.%
	(A)	%	(B)	%	B/A

2015	1.773,0	-3,8	21,0	-10,0	1,2
2014	2.345,4	0,1	23,3	2,0	1,0
2013	2.387,9	2,7	22,8	31,0	1,0
2012	2.411,5	1,8	17,5	7,0	0,7
2011	2.613,5	3,9	16,3	48,0	0,6
2010	2.210,3	7,6	11,0	-3,0	0,5
2009	1.670,2	-0,2	11,4	4,0	0,7
2008	1.691,9	5,0	11,0	33,0	0,7
2007	1.395,7	6,0	6,7	0,0	0,5

Fonte: MDIC, abril de 2017

3.3.2 – Formação do preço da soja no mercado interno: mercado futuro e a base

De acordo com Rocha *et al* (2010), o complexo soja é um mercado de destaque no Brasil e fortemente influenciado pelo mercado internacional e correlacionado com as cotações da Bolsa CME, logo a formação dos preços no Brasil depende das cotações dessa Bolsa.

IMEA (2015) também aponta a mesma relação, sendo que a formação do preço interno no Brasil, é tomado como referência de preço, o mercado futuro de soja negociado na Bolsa CME, conforme aponta. Esse contrato, funciona como um *cross hedging*, por não refletir com exatidão os preços negociados no mercado interno brasileiro. Conforme exposto no anterior, isso se deve pela existência da base, que é a diferença do preço à vista com o preço futuro.

A base na precificação da soja, compreende com acréscimo ou desconto do prêmio de exportação, custos portuários, dólar comercial e frete nacional.

Segundo IMEA (2015), o prêmio exportação constitui a diferença do preço da soja no mercado externo dentro do navio em um determinado porto de exportação, menos a cotação da CME (mercado futuro). Esse prêmio (ágio ou deságio) é determinado pela oferta e demanda em um porto específico, qualidade da soja, tempo de espera dos navios para embarque, frete marítimo internacional e nacional. Importadores e exportadores tendo em base esses eventos, sendo eles favoráveis ou desfavoráveis à exportação, aplicam esse prêmio sobre as cotações da Bolsa a fim de ter o preço final dentro do navio.

No Brasil, por convenção de mercado, tornou-se o Porto de Paranaguá localizado no estado do Paraná como a referência nacional para formação de preço de exportação, conhecida também em outras palavras como a praça de formação de preço das exportações brasileiras, tendo os demais portos um prêmio maior ou menor sobre o de Paranaguá, ajustando à realidade do porto em específico. Segundo IMEA (2015), o prêmio de exportação “procura ajustar o preço pago ao produtor com o valor internacional do produto. Com isso, a tendência de preços do produto no mercado interno segue a mesma verificada no mercado internacional”

Os custos portuários são definidos segundo Amaral, Olenike e Amaral (2013), são incorridos, direta ou indiretamente, no âmbito dos portos, com a finalidade de iniciar as exportações ou concluir as operações de importação de produtos e mercadorias. De acordo com os autores, os custos portuários no Brasil diferem de porto para porto, entretanto de forma geral, eles compreendem como as despesas referente utilização da infraestrutura portuária e terrestre, custo de estoque e armazenagem da soja no porto nas dependências dos portos.

Outro custo importante, e um dos maiores na incidência da formação do preço da soja no mercado interno, trata-se do frete interno, que compreende o custo de transporte da soja na unidade produtora, até o porto para exportação (IMEA, 2015). É um custo bastante sazonal, e segundo o Instituto, é maior no período da safra de soja. Alguns estados cuja capacidade de estocagem é limitada, torna-se necessário o rápido escoamento da *commodity*, da unidade produtora até o porto, elevando a demanda pelo frete, impactando diretamente no preço.

De posse a essas informações, é possível calcular o preço a ser pago para o produtor no mercado interno, dado um determinado porto de exportação conforme exemplifica o IMEA (2015).

- Cotação da soja em Chicago (CME): US\$ 978,50 cents/*bushel* ³
- Prêmio no porto de Santos: + US\$ 43,00 cents/*bushel*
- Custo portuário (base, porto de Santos) para Sorriso: US\$ 15,00/tonelada
- Dólar comercial no disponível: R\$ 3,15/US\$
- Frete rodoviário de Sorriso a Santos: R\$ 295/tonelada

Conversões (IMEA, 2015):

1 bushel =	27,214 kg
1 saca (sc) =	60 kg
1 saca (sc de 60 kg) =	2,2046 <i>bushel</i>
1 tonelada =	16,666 sacas (60 kg)
US\$ cents/ <i>bushel</i> para US\$/tonelada:	× 0,367454

(1) Cotação da soja na CBOT: US\$ 21,57/sc

(÷ 100 para tirar de cents de bushel e passar para bushel, e, × 2,2046 para converter de bushel para saca)

(2) Prêmio do porto: + US\$ 0,95/sc

(÷ 100 para tirar de cents de bushel e passar para bushel, e, × 2,2046 para converter de bushel para saca)

(3) Custo portuário em Santos: US\$ 0,90/sc

(÷ 16,666 para transformar de toneladas para saca)

(4) Dólar comercial: R\$ 3,15/US\$

(5) Frete rodoviário de Sorriso a Santos: R\$ 17,70/sc

(÷ 16,666 para transformar de toneladas para saca)

³ *Bushel*: unidade de medida da soja nos Estados Unidos

Com os custos devidamente convertidos para uma única unidade de medida, IMEA (2015) aponta a seguinte equação para se obter o preço da soja no mercado Interno:

$$(((1+2)-3)*4)-5)$$

Soma-se o preço da soja da CME com o prêmio no porto, o resultado deve ser reduzido pelo custo portuário. Na sequência multiplica-se o valor pelo dólar afim de transformar as despesas em reais, e desse resultado, subtrai-se o frete interno que já está em reais por saca. Assim, no exemplo dado, a cotação interna em Sorriso teria um valor de R\$ 50,40/saca.

Os valores das bases são diferenciados por cada região produtora e cada porto de destino da soja. Conforme aponta Oliveira Neto, Maia e Rezende (2015) essas diferenças são justificadas pela qualidade, distância entre os locais definidos para entrega, mês de vencimento, tempo de colheita, estoques elevados, a capacidade logística e também a taxa de câmbio no ato da negociação. Os autores complementam ainda que essas variações entre o preço à vista e o mercado futuro da soja são os definidos riscos de base.

CAPÍTULO IV

4 – APRESENTAÇÃO DOS PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS, FONTES DE COLETA DE DADOS E TÉCNICAS DE ANÁLISE

4.1 – Delineamento metodológico

O presente estudo caracteriza-se como sendo descritivo, buscando analisar o comportamento dos preços da soja no mercado a vista na região de Paranaguá e no mercado futuro da Bolsa CME bem como a variação desses preços para se estimar a razão ótima de *hedge* e o número de contratos para os produtores e gestores de risco das empresas.

Trata-se de um estudo longitudinal e quantitativo. A série histórica do presente trabalho compreendeu na coleta de dados de preços diários no mercado à vista da soja em Paranaguá e no mercado futuro da Bolsa de CME dos últimos 10 anos compreendidos entre 2 de janeiro de 2007 a 31 de maio de 2017.

Por sua vez a natureza da pesquisa é tida como aplicada. Mesmo não havendo interferência nos dados coletados, foi feita uma análise de frequência que ocorreu o fenômeno, o estudo apresenta objetivo de contribuir com novos conhecimentos visando garantir aos produtores e gestores de risco das empresas, a mensuração da razão ótima de *hedge* para poderem utilizar o menor número possível de contratos no mercado futuro que minimizarão os efeitos na posição à vista.

4.2 – Fontes de coleta

Para a coleta de dados foram utilizadas informações secundárias por meio do banco de dados de softwares e sites que por sua vez ainda não tiveram tratamento estatístico.

A série histórica dos preços à vista da soja na região de Paranaguá no estado do Paraná e do mercado futuro de soja na Bolsa CME foram obtidos por meio do Indicador do Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – Cepea/Esalq disponíveis no próprio site da instituição referente ao período de 02 de janeiro de 2007 a 31 de maio de 2017. Conforme informado no site, o indicador utiliza como referência o produto posto no Porto de Paranaguá, estado de Paraná nas condições de entrega DAP ou FAZ (em armazéns que efetuam o carregamento dos navios). É levado em

consideração para a composição do indicador, a média aritmética diária dos preços da soja comercializada no porto de Paranaguá, livre de ICMS.

Os dados foram coletados diariamente pois, segundo Santos (2017) estes podem capturar melhor as reações imediatas dos mercados financeiros às novas informações do que os de baixa frequência (semanais, quinzenais ou mensais).

Por sua vez, o preço da soja no mercado futuro da Bolsa CME, foi obtido por meio do *software* Bloomberg, referente ao fechamento diário e com o vencimento mais próximo ao do dia, que compõe a formação da soja no mercado à vista. O *software Bloomberg* é uma plataforma para profissionais financeiros que precisam de dados, notícias e análises em tempo real para tomar decisões de negócios mais inteligentes, bem informadas e rapidamente.

4.3 - Técnicas de análise de dados: Procedimentos

Os preços diários negociados no mercado à vista foram tabulados em Excel e ao lado de um foi informado o respectivo preço no mercado futuro da Bolsa CME. Para os dias úteis em Paranaguá que tiveram negociação, porém não houve no mercado futuro por motivo de feriados nos Estados Unidos e a bolsa não operou, foi informado o preço do mercado futuro do dia anterior, pois serve de base para a formação de preço no mercado à vista quando não se tem referência do mercado futuro.

Os preços da soja no mercado à vista no site da Esalq, encontram-se em dólares americanos por saca de 60kg os quais foram convertidos para toneladas multiplicando o preço em saca por 16,667 utilizando os seguintes fatores de conversão: dizer quais.

No mercado futuro, os preços de negociação na Bolsa são cotados em centavos de dólar por *bushel*, os quais foram convertidos para dólares por toneladas multiplicando por 0,367454. Haja visto que ambos os preços estavam em unidades de medida diferentes, foram convertidos para toneladas, sem prejuízo nos resultados, pois é a unidade de medida que as empresas e a comercialização no Porto de Paranaguá são realizadas.

Para se estimar a razão ótima de hedge pelo modelo de variância mínima proposto por Hull, foi estimado o coeficiente de correlação entre as variações (no caso do presente estudo, diária) dos preços à vista da soja em Paranaguá e o preço futuro da Bolsa CME e a razão dos desvios-padrões desses preços. A equação 3 ilustra o cálculo da razão ótima de *hedge*.

Levando em consideração que no presente estudo o período de tempo de duração de *hedge* analisado é o diário, o primeiro passo para a estimação da razão ótima de *hedge* se deu

pelo cálculo da mudança dos preços à vista e preços futuros diários representada pela equação:

$$\Delta_{preço} = Preço_{t2} - Preço_{t1} \quad (5)$$

Sendo que:

$Preço_{t1}$ = Preço no dia 1

$Preço_{t2}$ = Preço no dia 2

O próximo passo foi a mensuração do desvio padrão das variações diárias do preço à vista e das variações dos preços futuros.

Para isso, foi realizada a média das variações diárias de cada um dos preços (à vista e futuro). Cada variação diária de preço foi subtraída da sua média aritmética e o resultado elevado ao quadrado. Na sequência foi realizado o somatório desses cálculos e dividido pelo número de dias úteis analisados e por fim calculada a raiz quadrada.

O desvio padrão σ , detalhado acima, é sintetizado pela equação abaixo:

$$DP = \sqrt{\frac{\sum |x - \bar{x}|^2}{n}} \quad (6)$$

onde:

Σ = somatório;

x = variação do preço à vista ou preço futuro;

$\bar{x}$ = média aritmética da variação do preço à vista ou preço futuro;

n = número da amostra;

A estimação do desvio padrão, garantirá segundo Crespo (2009) a medida de dispersão dos preços à vista e dos preços futuros em relação à média de cada um desses preços, ou seja, o quão disperso foi a variação da mudança desses preços durante a série histórica de 2 de janeiro de 2007 a 31 de maio de 2017. Segundo ainda o autor, um baixo desvio padrão das variações dos preços indicam que essas variações tendem a estar próximos da média, e um alto desvio padrão indica que as variações dos preços no mercado à vista e mercado futuro estão mais dispersas, ou seja, mais longes da média.

Na sequência, dividiu-se o desvio padrão do preço à vista pelo desvio padrão do preço futuro, estimando assim a razão de variação entre as variações de preço.

O critério seguinte foi a estimação do coeficiente de correlação ρ . De acordo com Crespo (2009), esse coeficiente é um instrumento para medir a intensidade de correlação entre duas variáveis, e também o sentido dessa correlação (positivo ou negativo). O coeficiente de correlação entre a mudança do preço à vista e do preço futuro, foi estimado conforme o modelo desenvolvido por Pearson:

$$\rho = \frac{n \sum x_i y_i - \sum x_i \sum y_i}{\sqrt{[n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2][n \sum y_i^2 - (\sum y_i)^2]}} \quad (6)$$

onde:

n = número de dias úteis analisados

x = variação do preço à vista da soja em Paranaguá

y = variação preço futuro da soja na Bolsa CME

A primeira etapa para estimar o coeficiente de correlação constitui em multiplicar a variação do preço à vista (correspondente por x) pela variação do preço futuro (correspondente pelo preço y). O resultado encontrado foi por sua vez, multiplicado pelo número de dias observados; 2.499 (correspondente por n). Logo após, o resultado encontrado foi subtraído da multiplicação do somatório de todas as variações dos preços à vista pelo somatório de todas as variações dos preços futuros.

O resultado encontrado foi dividido pela segunda etapa constituída pela multiplicação de a) por b) sendo que: a) número de dias observados multiplicado pelo somatório da elevação ao quadrado de cada variação do preço à vista. Esse resultado foi subtraído pelo somatório das variações do preço à vista tendo seu resultado elevado ao quadrado b) número de dias observados multiplicado pelo somatório da elevação ao quadrado de cada variação do preço futuro. Esse resultado foi subtraído pelo somatório das variações do preço futuro tendo seu resultado elevado ao quadrado

Segundo Crespo (2009), a correlação entre duas variáveis verifica se ambas estão ligadas por uma relação estatística, se existe alguma relação entre as variáveis de dada um dos pares e qual o grau dessa relação. Segundo o autor se o coeficiente de relação (r) for:

$0,6 \leq r \leq 1$ = há correlação significativa, média para forte, a relação entre as variáveis é significativa;

$0,3 \leq r \leq 0,6$ = há uma correlação relativamente fraca, porém, pode-se considerar a existência de relativa correlação entre as variáveis;

$0 \leq r \leq 0,3$ = a correlação é muito fraca e fica difícil estabelecer relação entre as variáveis

Através da multiplicação do coeficiente de correlação pela razão do desvio padrão do preço à vista do desvio padrão do preço futuro, foi estimado a razão ótima de *hedge*.

Uma vez encontrada a razão ótima de *hedge* o produtor de soja ou gestor de risco das empresas, buscarão utilizar então, o número correto de contratos de soja na Bolsa CME. Esse número segundo Hull (2016) é o que minimizará a variação da posição que se pretende fazer a proteção de preço (posição *hedged*), dada pela equação 4.

Sendo assim a razão ótima de *hedge* determinará o tamanho da posição no mercado à vista em relação ao volume total que se pretende fazer *hedge*, que terá a variação minimizada pela variação do mercado futuro. Para isso, a razão encontrada multiplicada pelo volume de soja no mercado à vista dividido por 136,077toneladas (que corresponde o tamanho de um contrato futuro na Bolsa CME), constituirá o número ideal de contratos para a operação.

Nos casos em que o mercado à vista corresponde exatamente o mercado futuro, é comum segundo Hull (2016) que essa razão seja igual a 1, ou seja, toda a posição deve ser feita *hedge* uma vez que ambos os preços têm suas variações correlacionadas. O autor ainda complementa que nas operações de *cross hedging* isso nem sempre é viável, uma vez que os preços se comportam de forma diferente, não totalmente correlacionados, em razão da base.

CAPÍTULO V

5 – ANÁLISE DOS DADOS E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

5.1 – Introdução

Neste capítulo serão feitas as análises estatísticas para a estimação da razão ótima de *hedge* da soja em Paranaguá com o mercado futuro da Bolsa CME, utilizando as equações apresentadas no capítulo 3 e na metodologia.

Será primeiro analisado o comportamento dos preços da soja no mercado à vista em Paranaguá e no mercado futuro da soja na Bolsa CME. A base constituindo um elemento de risco na operação de *hedge*, foi analisada estatisticamente na sequência. Por fim, estimou-se a razão ótima de *hedge* com base na análise dos dados compreendidos na série histórica do presente estudo.

Levando em consideração que o ano de 2013 teve movimentos de grande volatilidade nos preços e pouca correlação entre o mercado à vista e futuro, uma nova análise do risco de base e da razão ótima de *hedge* foi realizada, para se obter a normalização da curva. Por fim, a estimação do número de contratos foi realizada após os novos dados estimados.

5.2 – Análise dos preços à vista e futuro e do risco de base

O gráfico abaixo apresenta as séries históricas dos preços à vista da soja em Paranaguá e do mercado futuro na Bolsa CME, entre o período de 2 de janeiro de 2007 e 31 de maio de 2017.

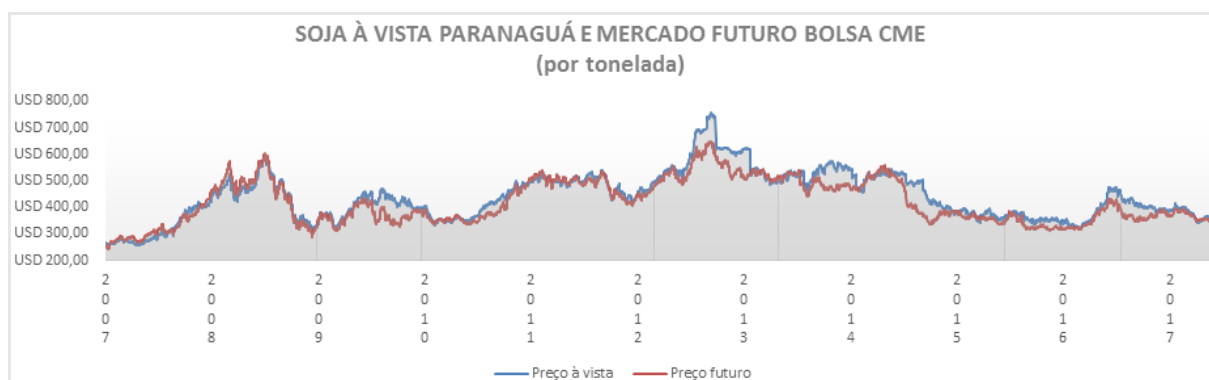


Figura 2 – Evolução do Preço à vista e futuro da soja entre 2 de janeiro de 2007 a 31 de maio de 2017

Fonte: Dados da pesquisa

É possível notar que nesse período os preços da soja no mercado à vista e futuro tiveram grande oscilação por conta de fatores que afetaram a oferta e demanda pelo produto, refletindo diretamente nos preços.

Em relação aos preços diários negociados durante o período de análise, o maior preço negociado no mercado à vista ocorreu em 6 de setembro de 2012 ao preço de US\$ 755,35/tonelada e no mercado futuro em 4 de setembro do mesmo ano, cujo preço negociado foi de US\$ 649,75/tonelada. Já o ano de 2007 foi o período com os menores preços negociados, sendo que no dia 18 de abril em Paranaguá foi negociado a tonelada da soja a US\$ 256,67 e no mercado futuro no dia 9 de janeiro a US\$ 244,17.

Tabela 5 – Análise Preço à vista soja Paranaguá e Mercado futuro soja Bolsa (antes da normalização da curva)

	Paranaguá	CME
Média	USD 438,60	USD 419,18
Máximo	USD 755,35	USD 649,75
Mínimo	USD 256,67	USD 244,17
Desvio padrão	USD 91,17	USD 83,47
Observações	2.599	2.599
Correlação 2007	0,9631	
Correlação 2008	0,9744	
Correlação 2009	0,5946	
Correlação 2010	0,9432	
Correlação 2011	0,9365	
Correlação 2012	0,9500	
Correlação 2013	0,0322	
Correlação 2014	0,8088	
Correlação 2015	0,7822	
Correlação 2016	0,8851	
Correlação 2017	0,9600	
Correlação Geral	0,9395	
Observações	5.198	

Fonte: Dados da pesquisa

Podemos observar na tabela 4 que no período compreendido entre 2 de janeiro de 2007 e 31 de maio de 2017, a série dos preços à vista apresentou valor médio de US\$ 438,60/tonelada enquanto o mercado futuro o preço médio foi de US\$ 419,18/tonelada. A tabela demonstra ainda que para as 2.599 observações (dias úteis analisados) no mercado à vista, o desvio padrão do preço à vista foi de US\$ 91,17/tonelada e o desvio padrão do

mercado futuro foi de US\$ 83,47, demonstrando assim que no mercado à vista em Paranaguá, houve uma maior variação dos preços em relação à média em comparação no mercado futuro.

Percebe-se pela análise gráfica, que ao longo dos últimos 10 anos os preços da soja no mercado à vista em Paranaguá e do mercado futuro na Bolsa CME tiveram um comportamento de forma associada, ou seja, no geral os movimentos de alta ou queda no mercado futuro refletiram no mercado à vista, alguns anos em maior outros em menor proporção. É possível confirmar essa análise, ainda através da tabela 4, cuja estimativa do coeficiente de correlação entre os preços à vista e futuro encontrado ser de 0,9395.

A forte correlação entre os preços no mercado à vista na região de Paranaguá e a Bolsa CME é confirmada com o estudo de Rocha *et al* (2010), pois de acordo com os autores o complexo soja é um mercado de destaque no Brasil e fortemente influenciado pelo mercado internacional e correlacionado com as cotações da Bolsa CME, logo a formação dos preços no Brasil depende das cotações dessa Bolsa.

Segundo Oliveira Neto (2013 p. 70) “os altos valores positivos para correlação entre os preços à vista e o futuro dão indícios que o mercado futuro pode assegurar um preço objetivo (cotação) em troca do risco de base”.

Ainda pela análise gráfica, nota-se que houve períodos em que o preço da soja no mercado futuro em determinados momentos ficou acima e em outros momentos abaixo do mercado futuro. Essa diferença dos preços é a base, compreendida pela diferença entre o mercado à vista e o mercado futuro estimada através da equação 1.

A figura 4 demonstra a variação gráfica da base durante o período de estudo em que, embora em determinados períodos a base tenha ficado estacionada próxima a média, em sua grande maioria houve uma grande dispersão em relação à média, em sua maioria concentrando variações acima da média.

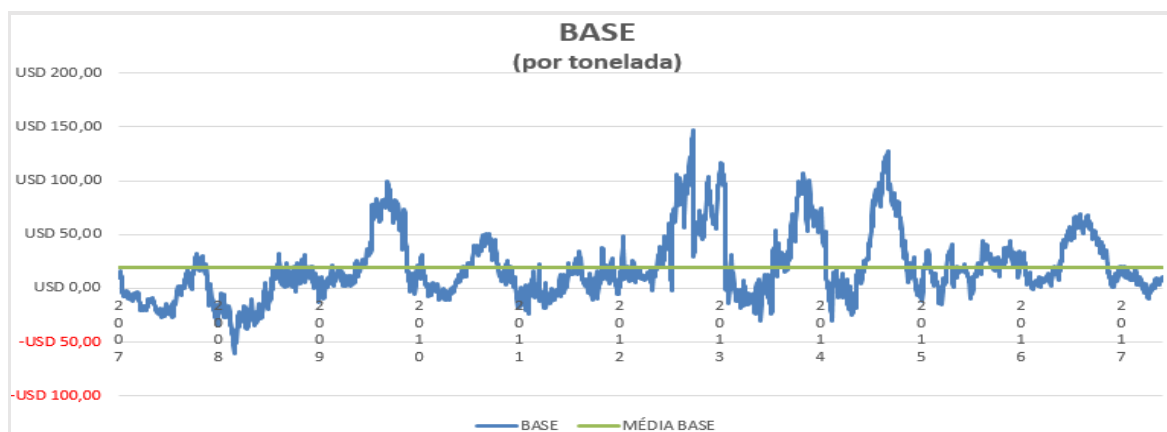


Figura 3 – Evolução da base da soja em Paranaguá entre 2 de janeiro de 2007 a 31 de maio de 2017

Fonte: Dados da pesquisa

De acordo com a tabela 5 a base média da soja foi de US\$ 19,42/tonelada, sendo positiva demonstra que o preço médio do mercado à vista em todo o período foi maior que o preço futuro, embora teve-se momentos em que essa relação foi invertida. Esse movimento de convergência do preço à vista acima do preço futuro demonstra o fortalecimento da base, conforme apontado por Hull (2016). Pelo período histórico analisado, os preços da soja em Paranaguá estiveram, em média, superiores aos preços praticados na Bolsa de futuros CME.

Outra importante análise realizada foi o risco de base, que compreende o risco que envolve a operação no mercado à vista.

O risco de base, calculado pela equação 2 estimado através do desvio padrão da base, demonstra que os preços oscilaram em média US\$ 31,32/toneladas em relação à média do período de 2 de janeiro de 2007 e 31 de maio de 2017. O ano que em apresentou o maior risco de base, foi 2013, cujos preços variaram aproximadamente US\$ 40,86/tonelada em relação à média e, embora os dados apresentados sejam até 31 de maio, o ano de 2017 compreende até o momento da pesquisa, o ano com o menor risco de base, ou seja, houve nesse ano uma maior aproximação do preço à vista com o preço futuro em aproximadamente US\$ 6,85/toneladas em relação à média. Os dados são aparentados na tabela 6:

Tabela 6 – Comportamento da base da soja em Paranaguá (antes da normalização da curva)

Comportamento da Base	
Média	USD 19,42
Máximo	USD 147,06
Mínimo	-USD 60,25
Observações	2.599
Desvio Padrão 2007	USD 15,44
Desvio Padrão 2008	USD 20,32
Desvio Padrão 2009	USD 30,17
Desvio Padrão 2010	USD 16,89
Desvio Padrão 2011	USD 11,93
Desvio Padrão 2012	USD 34,93
Desvio Padrão 2013	USD 40,86
Desvio Padrão 2014	USD 40,61
Desvio Padrão 2015	USD 12,50
Desvio Padrão 2016	USD 21,07
Desvio Padrão 2017	USD 6,84
Desvio padrão Geral	USD 31,32
Observações	5.198

Fonte: Dados da pesquisa

5.3 – Estimação da razão ótima de *hedge*

A tabela a seguir demonstra a razão ótima de *hedge* encontrada com base nas observações realizadas na série histórica de 2 de janeiro de 2007 à 31 de maio de 2017, será também demonstrado o comportamento dessa razão ano por ano.

Tabela 7 – Razão ótima de *hedge* da soja em Paranaguá (antes da normalização da curva)

	σ_S	σ_F	σ_S / σ_F	ρ	h
2007	4,1997	4,5981	0,9134	0,5951	0,5435
2008	10,0984	10,8084	0,9343	0,7689	0,7184
2009	7,2463	7,8897	0,9184	0,6455	0,5929
2010	4,3426	5,3903	0,8056	0,4751	0,3828
2011	7,1837	6,6972	1,0726	0,4489	0,4815
2012	9,0342	8,0900	1,1167	0,1990	0,2222
2013	9,0801	6,6318	1,3692	0,1918	0,2626
2014	7,0435	6,2654	1,1242	0,1319	0,1482
2015	5,3435	4,3350	1,2326	0,2447	0,3017
2016	4,9802	5,0272	0,9906	0,5588	0,5536
2017	4,0350	3,6735	1,0984	0,6059	0,6656
Geral	7,0534	6,7594	1,0435	0,4486	0,4681

Observações: 5.198

Fonte: Dados da pesquisa

Pela tabela 6 é possível verificar que no Geral (período da série histórica) o desvio padrão da variação diária do preço à vista (σ_S) de US\$ 7,0534/tonelada enquanto que no mercado futuro o desvio padrão (σ_F) encontrado foi de US\$ 6,7594/tonelada. Em média, as variações dos preços no mercado à vista oscilaram 1,0435 vezes a mais que o mercado futuro, ou seja, houve uma variação maior dos preços diários da soja em Paranaguá em comparação com os preços da soja no mercado futuro na Bolsa CME.

Além das variações dos preços diários no mercado à vista terem oscilados mais que o mercado futuro, houve uma baixa correlação entre as variações. A correlação (ρ) estimada em 0,4486 demonstra estatisticamente pouca significância entre esses movimentos.

A razão ótima encontrada para a soja em Paranaguá com base na série histórica de 2 de janeiro de 2007 a 31 de maio de 2017 foi de 0,4681, ou seja, o percentual da produção de soja que os produtores ou gestores de risco das empresas em Paranaguá devem fazer *hedge* é de 46,81%. Sendo assim, um menor volume do mercado físico deve ser *hedgado*, pois

apresentou variação maior que o mercado futuro, que será compensado por ganhos ou perdas no mercado futuro (dependendo do tipo de *hedge short* ou *long* realizado) em igual proporção segundo o modelo proposto por Hull (2016).

5.4 – Exclusão de *outlier* para normalização da curva

No trabalho realizado por Harzer, Fumagalli e Souza (2012) para a estimação da razão ótima de *hedge* de café entre o mercado à vista de São Paulo e o mercado futuro na Bolsa B3, os autores optaram por excluir os contratos com vencimento de 2012 devido ao baixo número de negociações na Bolsa (total de 1.395) em comparação com os demais vencimentos, para assim, não provocar distorções nos números apresentados.

Levando em consideração em que a série histórica do presente estudo também apresentou situações atípicas, em especial no ano de 2013, pois:

- Foi o ano em que houve uma menor correlação entre os preços diários da soja em Paranaguá com a Bolsa CME, cujo coeficiente de correlação foi de 0,0322 de acordo com a tabela 4;
- De acordo com a tabela 5, foi o que apresentou o maior risco de base (US\$ 40,86/tonelada), ou seja, o ano em que a diferença entre o preço à vista o preço futuro teve maior variação em relação à média e,
- Pela tabela 6, foi o ano em que o preço à vista mais oscilou em relação ao preço no mercado futuro (σ_S / σ_F): 1,3692 vezes.

Corroborando ainda mais com as análises estatísticas acima mencionadas a baixa correlação entre o preço à vista negociado em Paranaguá com o mercado futuro da Bolsa CME, conforme demonstrado na Tabela 1, na safra 2011/12 no Brasil, a produção de soja apresentou uma redução de 8,8 milhões de toneladas. Essa quebra na safra se deu devido a uma forte seca no país, especialmente no estado do Paraná. Já na safra 2012/13, devido às condições climáticas favoráveis ao plantio, o país teve um aumento na produção em 15,5 milhões de toneladas comparando com o ano anterior. Porém esse aumento na produção o que fez com o preço futuro tivesse um declínio conforme a Figura 4, não foi seguido pelos produtores, pois ainda de acordo com a tabela, os preços à vista continuaram por grande parte do ano de 2013 bem superiores ao mercado à vista, não acompanhando em igual proporção a redução no preço futuro.

Essa constitui uma característica do setor de agronegócio, em especial pelos produtores agrícolas, os quais vivenciando um aumento nos preços, passarão a buscar os mesmos em um momento futuro, mesmo que as cotações no mercado futuro apresentem queda.

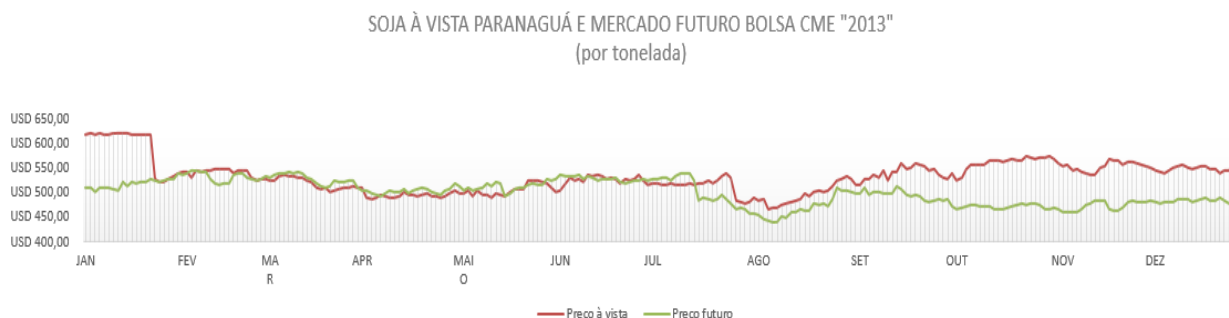


Figura 4 – Evolução do Preço à vista e futuro da soja no ano de 2013

Fonte: Dados da pesquisa

A exclusão desse ano bem como as justificativas apontadas, converge com os resultados obtidos no estudo de Schlender, Silveira e Ceretta (2014), verificado que nos primeiros meses de 2013 houve uma grande volatilidade no mercado interno de soja no mercado brasileiro, acompanhada por uma redução na correlação com o mercado internacional, resultado similar estimado no presente estudo, portanto, buscando fazer a normalização da curva, foi excluído da série histórica o ano de 2013, tendo-se novos parâmetros:

Tabela 8 – Análise Preço à vista soja Paranaguá e Mercado futuro soja Bolsa (após a normalização da curva)

	Paranaguá	CME
Média	USD 428,57	USD 410,44
Máximo	USD 755,35	USD 649,75
Mínimo	USD 256,67	USD 244,17
Desvio padrão	USD 89,69	USD 82,77
Observações	2.348	2.348

Cont. Tabela 8:

Correlação 2007	0,9631
Correlação 2008	0,9744
Correlação 2009	0,5946
Correlação 2010	0,9432
Correlação 2011	0,9365
Correlação 2012	0,9500
Correlação 2014	0,8088
Correlação 2015	0,7822
Correlação 2016	0,8851
Correlação 2017	0,9600
Correlação Geral	0,9433
Observações	4.696

Fonte: Dados da pesquisa

Mediante a nova análise realizada, tendo em vista que o ano de 2013 teve uma baixíssima correlação entre os preços à vista da Soja em Paranaguá com a soja no mercado futuro da Bolsa CME, houve um aumento na correlação dos preços entre os mercados à vista e futuro. O novo coeficiente de correlação dos preços encontrado foi de 0,9433, contribuindo ainda mais a justificativa que o contrato futuro da Bolsa de CME apresenta uma alta associação com a soja em Paranaguá para a realização de *hedge*.

Não houve interferência entre os preços máximos e mínimos excluindo o ano de 2013, pois tais valores não estavam concentrados nesse ano. Entretanto houve uma redução no preço médio da soja à vista em Paranaguá de US\$ 438,60/tonelada para US\$ 428,57/tonelada. A média dos preços no mercado futuro da Bolsa CME também foi reduzida, de US\$ 419,18/tonelada para US\$ 410,44/tonelada.

A exclusão do ano de 2013 fez com que o risco de base fosse reduzido. O novo valor encontrado foi de US\$ 29,84/tonelada conforme descrito na tabela 5, apontando assim uma redução de US\$ 1,48/tonelada, comparando com o risco de base anteriormente estimado na tabela 9.

Tabela 9 – Comportamento da base da soja em Paranaguá (após a normalização da curva)

Base	
Média	USD 18,13
Máximo	USD 147,06
Mínimo	-USD 60,25

Cont. Tabela 9

Desvio Padrão 2007	USD 15,44
Desvio Padrão 2008	USD 20,32
Desvio Padrão 2009	USD 30,17
Desvio Padrão 2010	USD 16,89
Desvio Padrão 2011	USD 11,93
Desvio Padrão 2012	USD 34,93
Desvio Padrão 2014	USD 40,61
Desvio Padrão 2015	USD 12,50
Desvio Padrão 2016	USD 21,07
Desvio Padrão 2017	USD 6,84
Desvio padrão Geral	USD 29,84
Observações	4.696

Fonte: Dados da pesquisa

A tabela 10 apresenta a nova razão ótima de *hedge* encontrada:

Tabela 10 – Razão ótima de *hedge* da soja em Paranaguá (após a normalização da curva)

	σ_S	σ_F	σ_S / σ_F	ρ	h
2007	4,1997	4,5981	0,9134	0,5951	0,5435
2008	10,0984	10,8084	0,9343	0,7689	0,7184
2009	7,2463	7,8897	0,9184	0,6455	0,5929
2010	4,3426	5,3903	0,8056	0,4751	0,3828
2011	7,1837	6,6972	1,0726	0,4489	0,4815
2012	9,0342	8,0900	1,1167	0,1990	0,2222
2014	7,0435	6,2654	1,1242	0,1319	0,1482
2015	5,3435	4,3350	1,2326	0,2447	0,3017
2016	4,9802	5,0272	0,9906	0,5588	0,5536
2017	4,0350	3,6735	1,0984	0,6059	0,6656
Geral	6,9921	6,8574	1,0196	0,5050	0,5149
Observações: 4.696					

Fonte: Dados da pesquisa

Com a exclusão do ano 2013, houve uma redução no desvio padrão da variação diária do preço à vista (σ_S) de US\$ 7,0534/toneladas para US\$ 6,9921/toneladas, enquanto que no

mercado futuro (σ_F) aumentou para US\$ 6,8574/tonelada *versus* US\$ 6,7594/tonelada na análise anterior.

Desta forma, verifica-se que houve uma maior proximidade entre as variações dos mercados à vista do mercado futuro, sendo expressa pela razão entre a variação dos preços (σ_S / σ_F). A razão de variação entre o preço à vista com o preço futuro diminuiu de 1,0435 para 1,0196 vezes. Essa análise demonstra que, excluindo o ano de 2013, os mercados tiveram um desvio em torno da média de forma mais uniforme, quase que de forma igual.

A tabela 9, demonstra também um aumento na correlação (ρ) entre as variações dos preços para 0,5050, *versus* 0,4486 na análise que contemplou o ano de 2013.

Tendo em vista essa correlação encontrada entre as variações dos preços, valida-se a hipótese nula 1, pois de acordo com Crespo (2009) uma correlação de 0,5050 é relativamente baixa, não apresentando significância.

Mesmo havendo um aumento na correlação da variação do preço à vista com o preço futuro, o valor encontrado continua apresentando uma correlação relativamente fraca, de acordo com Crespo (2009)

O resultado de correlação entre as variações dos preços da soja no mercado à vista da com o preço futuro do presente estudo foi bem próximo ao resultado encontrado por Margarido e Sousa (1998) sobre a transmissão de preços da soja da Bolsa CME com os preços da soja no estado do Paraná (estado localizado o município de Paranaguá). Os autores analisaram os preços médios mensais compreendidos entre os anos de janeiro de 1987 a dezembro de 1997 e concluíram que as variações das cotações da soja na do mercado futuro nos Estados Unidos são transmitidos para os preços recebidos pelos produtores de soja no Brasil e no estado do Paraná. Porém, de acordo com a pesquisa dos autores, somente uma parcela dessa variação de preços são transferidos do mercado futuro para o mercado à vista, em torno de 62,22% *versus* 51,49% encontrado no presente estudo, excluindo o ano atípico de 2013.

Se houve uma redução na razão do desvio padrão das variações diárias dos preços no mercado à vista e no mercado futuro, e uma maior correlação entre as variações, dessa forma passa a existir uma maior dependência do mercado à vista ser *hedgeada*. A tabela 9 demonstra que a nova razão ótima de *hedge* encontrada para a soja em Paranaguá com base na série histórica, sem o no de 2013, passa a ser de 0,5149. Dessa forma, os produtores de soja em Paranaguá devem fazer *hedge* de 51,49% de sua produção *versus* 46,81% quando o ano de 2013 não foi excluído.

O aumento na necessidade de *hedge* entre as duas análises realizadas (com e sem o ano de 2013) converge com os argumentos de Tonin, Tonin e Tonin (2008), que segundo os autores, quanto maior a correlação entre as mudanças dos preços à vista e futuros, maior será a efetividade do *hedge*, dado por um maior número de contratos no mercado futuro que deverão ser utilizados a fim de compensar em a variação no mercado à vista, de acordo com o modelo de variância mínima proposto por Hull (2016).

5.5 – Número ideal de contratos para o hedge da Soja em Paranaguá

A razão ótima de *hedge* encontrada, aponta segundo Hull (2016), o volume da posição que deverá ser *hedgeada*, de modo que, ao encerrar a posição, o resultado apurado será o mesmo de quando ele foi iniciado, não visando ganhos com essa operação, uma vez que o objetivo do *hedger* é apenas proteger o seu ativo (soja) contra as oscilações de preços que poderiam gerar perdas, dada a instabilidade de mercado.

Com base na razão ótima de *hedge*, encontrado na tabela 9, é possível estimar usando a equação 4, o número correto de contratos a serem utilizados no mercado futuro. Conforme mostrado na tabela 10:

Tabela 11 – Número ideal de contratos para operação de *hedge* da soja em Paranaguá

h	Q_A (ton)	Q_F (ton)	N
0,5149	1.000	136,077	3,7839

Fonte: Dados da pesquisa

A razão ótima de *hedge* mostra que 51,49% da posição do produtor de soja deve ser *hedgeada* e não a totalidade. Para Nogueira (2013), usar um número maior de contratos além da razão ótima, incorre em maiores custos de transação, e usar um número menor poderá gerar riscos aos *hedgers* pois sua posição não estará protegida de forma correta, expondo parte de sua produção aos riscos de mercado.

Tendo em vista que, para um produtor fazer o *hedge* cada contrato de soja na Bolsa CME possui 136,077 toneladas, a cada 1.000 toneladas que o produtor for fazer o *hedge*, ele deveria fazer o uso de 3,78, porém arredondando 4 contratos na Bolsa CME. Caso o produtor

descartasse a estimação da razão ótima de *hedge*, ele iria *hedgear* toda sua produção, e nas 1.000 toneladas, usaria 7 contratos.

Valida-se então a hipótese alternativa 2, pois pela estimação do número de contratos com base na razão ótima de *hedge*, houve redução de 3 contratos no mercado futuro para operacionalização do *hedge* da soja em Paranaguá com o uso do mercado futuro na Bolsa CME.

Todavia, conforme aponta Hull (2016), a base sendo um elemento de risco, correspondendo ao distanciamento do mercado à vista em relação ao mercado futuro, pode fazer com que ambos os preços tenham variações de forma não proporcional, gerando grande oscilação nos preços. Isso condiz com os resultados apresentados nas tabelas 6 e 7 que demonstram as oscilações do risco de base e da razão ótima de *hedge* durante os anos, podendo haver um comprometimento dos dados. Neste sentido, Harzer, Fumagalli e Souza (2012) orientam que os valores sejam frequentemente recalculados, e havendo ou não alteração, a quantidade de contratos usados nas operações de *hedge* seja ajustada.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Entender o comportamento dos preços de *commodities* agrícolas é uma prática, por si só, bastante desafiadora, dadas as peculiaridades intrínsecas desse mercado. Tais características de cunho particular estão abarcadas nas questões associadas aos fatores climáticos, ao elevado tempo que determinadas culturas permanecem sem dar retorno que compreende o período de plantio até a colheita, à perecibilidade dos produtos, e à grande variabilidade dos preços no mercado à vista e futuro suscetíveis a esse mercado.

Mediante essas características do mercado agrícola, decisões inerentes a negociações de comercialização dos produtos requerem uma análise de risco. É certo que o risco de sofrer perdas potenciais exige mecanismos de proteção por parte dos agentes envolvidos no cenário de negócios que do mercado agrícola e com isso, a gestão de risco por meio do *hedge*, pode ser uma ferramenta disponível aos produtores ou gestores de risco das empresas para a redução de risco aos quais as atividades estão expostas.

Além disso, foi exposto que o risco depende do comportamento do preço do ativo diante das condições de mercado. Portanto, para entender e medir possíveis perdas causadas por flutuações é importante identificar e quantificar o mais corretamente possível as volatilidades e correlações dos fatores que causam impactos à dinâmica do preço dos ativos. O uso de instrumentos de proteção, a exemplo o mecanismo de *hedge*, tem a função de diminuir o risco de grandes perdas ao melhorar a compreensão e controle das operações nos mercados futuros.

Tendo em vista que a Bolsa CME, localizada nos Estados Unidos, especificamente para o mercado de soja, é a que apresenta maior liquidez para negociação no mercado futuro do mundo, porém os preços praticados nessa bolsa não representam exatamente os preços negociados no mercado à vista no Brasil (em consequência da base), o presente estudo objetivou estimar a razão ótima de *hedge* e o número de contratos que os produtores ou gestores de risco das empresas devem negociar na Bolsa CME para minimizem os riscos de oscilações de preço da soja em Paranaguá.

Para atender ao objetivo central da pesquisa, foi a princípio estimado o risco de base da soja em Paranaguá. Sabe-se que quanto mais a base se distancia da média do período, maior o risco que esse valor apresenta aos produtores ou gestores de risco das empresas. Pela análise dos dados da série histórica após a normalização da curva, o risco de base estimado foi de US\$ 29,84/tonelada, um valor alto para um mercado cujos preços são regidos pelo

mercado externo por demanda e oferta da soja, o que pode afetar diretamente na margem dos participantes desse mercado. O risco de base, maior em alguns anos, menores em outros, porém existente conforme estimado, corrobora ainda mais para a necessidade de gestão de risco.

Apesar do *hedge* garantir aos seus participantes eliminação de risco das oscilações de preços desfavoráveis a suas posições, são diversos os fatores externos que podem influenciar no comportamento dos preços à vista e futuro da soja, e o diferencial entre esses mercados, a base, se tiverem comportamentos abruptos, poderá impactar diretamente na margem de lucro do produtor, se uma correta postura no mercado futuro for deixar de ser tomada.

Quanto mais discrepante for o comportamento do preço no mercado futuro em relação ao mercado à vista, maior o risco de base que a operação irá apresentar. Estimar a razão ótima de *hedge*, é vista como uma eficiente forma de gestão de risco, pois através dela os *hedgers* definirão a proporção no mercado à vista que deverá ser utilizado no mercado futuro, para que tenha seu resultado compensado nesse segundo mercado, eliminando os riscos de oscilação dos preços.

Estimar da razão ótima de *hedge* foi o passo seguinte, dentre os objetivos propostos no presente estudo. Após a normalização da curva, ao estimar os desvios padrões das variações dos preços à vista e futuros, foi possível verificar que ambos valores encontrados foram bem próximos, isso é demonstrado pela razão do desvio padrão do preço à vista pela razão do desvio padrão do preço futuro, demonstrando que o preço à vista a uma razão de 1,0196 vezes em relação ao preço futuro.

Tendo em vista que na operação de *hedge*, a perda em um mercado é compensada por ganho em outro mercado, vice-versa, pode-se concluir que a proximidade dos desvios padrões demonstra a razão que um mercado seria compensado pelo outro. Pela razão encontrada, seria necessária uma parcela do mercado futuro de 1,0196 vezes maior que a do mercado à vista, para que ambos os mercados tivessem resultados opostos de forma igual.

Isso seria perfeitamente aceito se a correlação entre os mercados fosse 1, de forma que, o movimento de um mercado exercesse perfeitamente o resultado de outro mercado. Porém ao estimar a correlação entre as variações da soja no mercado à vista em Paranaguá com o mercado futuro da Bolsa CME, encontrou-se o resultado de 0,5050, ou seja, uma baixa correlação entre os movimentos dos preços.

Com essas informações, foi possível estimar a razão ótima de *hedge* em 0,5149. Ou seja, tendo em vista que os mercados tiveram um desvio padrão de forma próxima, porém um baixo índice de correlação, o volume do mercado à vista que terá seu resultado compensando

pelo mercado futuro em igual proporção é de 51,49%, sendo esse o volume da produção que os produtores ou gestores de risco da soja em Paranaguá deverão fazer para operação de *hedge* com vencimento diário, com base na análise realizada pelo presente estudo.

Pela proposta aqui apresentada, a cada 1.000 toneladas de soja, o número correto de contratos a serem utilizados no *hedge* na Bolsa CME, com base na análise de variância mínima, são 4 contratos, contrariando a prática da teoria de *full hedging*, onde seriam necessários 7 contratos para fixando toda a produção. O resultado encontrado demonstra uma redução no uso de 3 contratos.

Analisar o número correto de contratos que devem ser utilizados no mercado futuro, para proteger o preço da soja, compreende uma correta gestão de risco, pois, subestimar o número de contratos pode fazer com que não haja uma correta gestão de risco, ganhos e perdas nessa operação podem ser desproporcionais, não protegendo corretamente o preço da soja. Sobrestimar pode elevar os custos para os produtores ou gestores de risco, uma vez que existe custo para se operar no mercado.

As análises acima demonstram que os objetivos propostos pelo presente estudo foram respondidos, pois estimou-se a razão ótima de *hedge* e o número correto de contratos que devem ser utilizados quando é feito a gestão de risco com o mercado da Bolsa CME.

Embora a Bolsa CME seja a principal para a gestão de risco da soja, poucos estudos foram encontrados na literatura que estimassem a razão de *hedge* entre o mercado brasileiro com essa bolsa, a maioria encontrada fez uma análise com a bolsa nacional. Neste sentido, o estudo apresenta grande relevância para o meio acadêmico, afim de servir de subsídios para futuros trabalhos, a partir dos resultados aqui estimados.

Por sua vez, a soja, tratando-se de um dos principais produtos exportados pelo Brasil, bem como a participação que apresenta para a balança comercial e PIB nacional, é um produto muito sensível a oscilações de preços, e eventos desfavoráveis para as posições dos produtores ou gestores de risco das empresas, pode gerar impactos negativos em seus resultados, e em toda a cadeia do setor, requerendo uma correta e eficiente gestão de risco.

Foi possível pela análise dos dados, que ao longo dos últimos anos analisados, o risco na operação, estimado pela base, em alguns anos com maior, outros com menor magnitude. Prever o risco não é uma atividade fácil nesse meio, porém antecipá-lo criando medidas que reduzem os impactos sobre os agentes, constituem a gestão de risco a qual seus participantes precisam adotar.

O presente estudo demonstrou aos participantes desse mercado (produtores e gestores de risco das empresas) através da literatura e dos resultados obtidos, que esses eventos

desfavoráveis suscetíveis ao setor, podem ser antecipados fazendo-se o *hedge*, sendo importante também nesse contexto a estimação do número de contratos que devem ser utilizados, para proteger sua posição de forma mais correta, demonstrando assim, relevância também ao setor empresarial, servindo de subsídios para a tomada de decisões dos participantes no agronegócio.

O estudo limitou-se em estimar a razão ótima de *hedge* e o número de contrato para essa operação, para os *hedges* com vencimentos diários. Também não foi analisado se o mercado tem realizado essa prática, e também quais os impactos que são gerados caso toda a produção seja *hedgeada*. Propõe-se para novos estudos que diferentes vencimentos de *hedge* (semanal, quinzenal, mensal, etc) sejam analisados, e também o resultado que uma operação de *hedge* com o uso de contratos no mercado futuro pode gerar ao encerrar a posição caso 100% do volume no mercado à vista seja utilizado no mercado futuro.

Também como sugestão de estudos futuros, pode-se propor uma pesquisa que analisasse as variáveis formadoras dos preços da soja, no sentido de se conhecer suas causas. Certamente, uma pesquisa desse cunho, no âmbito de um estudo explicativo-conclusivo, poderia contribuir significativamente para as operações empresariais.

REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

ALVES, R. C. **Integração espacial e eficiência do *hedge* no mercado sul-americano de soja: comparações entre Brasil e Argentina**. 2016, 91 f. Dissertação (Economia Aplicada). Universidade de São Paulo – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. 2016.

AMADO, C. F. P., CARMONA, C. U. M. **Uma análise da eficiência dos mercados futuros agrícolas brasileiros**. IV Encontro Brasileiro de Finanças, Rio de Janeiro. 2004

AMARAL, G. L.; OLENIKE, J. E.; AMARAL, L. M. F. **Evolução do custo portuário brasileiro janeiro de 2009 a junho de 2013**. IBPT – Instituto Brasileiro de Planejamento e Tributação. 2013

AMORIN NETO, C. S. **Efetividade do hedge para o boi gordo com contratos da BM&FBovespa: análise para os estados de São Paulo e Goiás**. 2015. 50 f. Dissertação (Economia Aplicada) – Universidade de São Paulo – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. 2015

ANDRADE, L. T. P. **A gestão de riscos financeiros a partir do Mercado de Derivados. As práticas financeiras das empresas do distrito de Coimbra**. 2015, 94 f. Dissertação (Administração e Contabilidade) Instituto Superior de Contabilidade e Administração de Coimbra. 2015.

BARONI, É. O. **A atual volatilidade de preços e gerencialmente de risco nas empresas**. Disponível on line em <<http://nftalliance.com.br/artigos/agronegocio>>. 2010, Acesso em 01/12/2016.

BM&F - BOLSA DE MERCADORIAS & FUTUROS. **Perguntas frequentes sobre mercados futuros agropecuários**. Apostila. 26 f. São Paulo, 2007

BRESSAN, A. A. **Modelos de previsão de preços aplicados aos contratos futuros agropecuários**. 2001, 163 f. Tese (Doutorado em Economia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2001.

_____. Tomada de decisão em futuros agropecuários com modelos de previsão de séries temporais. **RAE-eletrônica**, v. 3, n. 1, art. 9. FGV-EAESP 2004.

BRESSAN, A. A; LIMA, J. E. de. Modelos de previsão de preços aplicados aos contratos de boi gordo na BM&F. **Nova Economia**, Belo Horizonte, p 117-140, jan/jun, 2002.

CAPITANI, D. H. D. **Viabilidade de implantação de um contrato futuro de arroz no Brasil**. 2013, 151 f. Tese (Economia Aplicada). Universidade de São Paulo – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. 2013

CHIQUETO, F. **Hedge accounting no Brasil**. 2014, 151 f. Tese (Contabilidade e Atuária). Universidade de São Paulo – Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade. Departamento de Contabilidade e Atuária. Programa de Pós-Graduação em Ciências Contábeis. 2014

CME – COMMERCIAL MERCANTIL EXCHANGE. **Produtos de commodities: Guia Auto-Didático Para Hedge Com Futuros e Opções de Grãos e Sementes Oleaginosas.** Apostila. 76 f. Chicago, 2016

CRESPO, A. A. **Estatística fácil.** 19ª ed. atual – São Paulo: Saraiva, 2009.

IMEA. Workshop Jornalismo Agropecuário. **Entendendo o mercado de soja.** 17 de junho de 2015.

FISCHER, M. A. **Governança corporativa analisada nos limites circunscritos da crise *supprime*: análise dos efeitos da crise na volatilidade das ações do novo mercado brasileiro e no *prime standard* alemão.** 2012. 200 f. Dissertação (Administração). Universidade Federal de Uberlândia – Programa de Pós-Graduação em Administração. 2012.

FRANCO, F. V; OLIVEIRA NETO, O. J. de; MACHADO, W. B. **Efetividade das operações de *hedge* para o etanol de Pernambuco e Alagoas no mercado futuro da BM&FBovespa.** Rev. Econ. NE, Fortaleza, v. 47, n. 1, p. 49-64, jan./mar., 2016

GIAMBIAGI, F., GARCIA, M. **Risco e regulação: por que o Brasil enfrentou bem a crise e como ela afetou a economia mundial.** Rio de Janeiro: Elsevier 3ª Reimpressão, 2010.

GUERRA, R.R; DORR, A. C.; COSTA, M. L.; FREITAS, C.A. **A efetividade e a razão ótima de *hedge* para a soja na praça de Tupaciretã.** Indic. Econ. FEE, Porto Alegre, v. 40, n. 2, p. 139-150, 2013.

HARZER, J. H; FUMAGALLI, L. A; SOUZA, A. **Efetividade do Hedge de Variância Mínima no Mercado Futuro de Café Negociado na BM&FBOVESPA.** EnANPAD. XXXVI Encontro. Rio de Janeiro, 22 a 26 de setembro de 2012.

Hull, John, **Options, futures, and other derivatives** / John C. Hull.—9th ed. Porto Alegre: Brookman 2016.

KAWAI JUNIOR, M. **Gestão de risco de preços e risco de liquidez no mercado de energia elétrica: uma metodologia adaptada ao brasil.** 2017, 115 f. Tese (Engenharia Civil). Universidade Estadual de Campinas – Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da Unicamp.

LUZ, D. D. da. **Hedge: proteção contra risco.** Disponível on line em: <http://www.gazetadopovo.com.br/colunistas/conteudo.phtml?id=831038>>. Acesso em 05/09/2016.

MACHADO, A.O; GARCIA, F. G. **A gestão do risco cambial corporativo por meio de derivativos na produção científica brasileira: análise bibliométrica entre 1999 e 2013.** Race, Joaçaba, v. 13, n. 3, p. 1001-1030, set./dez. 2014

MAIA, F. N. C; AGUIAR, D. R. D. **Estratégias de hedge com os contratos futuros de soja da Chicago Board of Trade.** Gest. Prod., São Carlos, v. 17, n. 3, p. 617-626, 2010

MARGARIDO, M. A.; SOUSA, E. L. L. de. **Formação de preços da soja no Brasil**. XXXVI Congresso Brasileiro de Economia e Sociologia Rural (SOBER). Poços de Caldas-MG. 10 a 14 de agosto de 1998

MARTITS, L. A. **Avaliação do uso de derivativos agrícolas no Brasil: os fatores que determinam o sucesso ou fracasso dos contratos negociados na BM&F**. 1998, 194 f. Dissertação (Administração). Escola de Administração de Empresas de São Paulo. Curso de Mestrado em Administração de empresas. 1998.

MARQUEZIN, C. L. **Custo de liquidez do contrato futuro de soja na BM&FBovespa, no período de 2010 a 2013**. 2013. 91 f. Dissertação (Mestrado em Economia Aplicada) - Universidade Federal de Viçosa, 2013

MEDEIROS, J. A. V; CUNHA, C. A; WANDER, A. E. Razão ótima de hedge para soja em Goiás e Mato Grosso. **Revista Política Agrícola**. Ano XXII – n. 01, p. 128-136 – Jan./Fev./Mar. 2013

NOGUEIRA, C. M S. **Eficiência e razão de *hedge*: uma análise dos mercados futuros brasileiros de boi, café, etanol, milho e soja**. 2013, 63 f. Dissertação (Administração). Universidade Federal do Rio Grande do Norte – Centro de Ciências Sociais Aplicadas. Departamento de Administração. Programa de Pós-Graduação em Administração. 2013

NUNES, M. A.; VISINTIM, L. B. **Hedge agropecuário**. Revista Eletrônica Lato Sensu – Ano 2, nº 1, julho de 2007.

OLIVEIRA NETO, O. J. O. **Efetividade do *cross hedging* dos novilhos argentinos e uruguaios no mercado futuro do boi gordo brasileiro**. 2013, 118 f. Tese (Administração e Empresas). Escola de Administração de Empresas de São Paulo da Fundação Getúlio. 2013

OLIVEIRA NETO, O. J. O; MAIA, L. C. C; REZENDE, S.O. **Risco de base e *cross hedge*: uma revisão**. I Congresso UFU de Contabilidade. 8 a 9 de outubro de 2015. Uberlândia-MG. 2015

OLIVEIRA NETO, O. J. O. *et al.* **Risco de base e *cross hedge*: uma revisão**. RAGC, v.4, n.13, p.49-64/2016

PINHEIRO, J. L. **Mercado de Capitais: fundamentos e técnicas**. 3ª ed., São Paulo: Atlas, 2005.

ROCHA, D. T *et al.* **Relação entre os preços do grão de soja nos mercados à vista e futuro: uma análise a partir da razão ótima de Hedge**. ReFAE – Revista da Faculdade de Administração e Economia v. 1, n. 2, p. 113-137, 2010

RODRIGUES, M. A. **Ensaio sobre a eficiência nos mercados agropecuário**. 2015, 92 f. Tese (Doutorado em Economia Aplicada.). Universidade de São Paulo – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. 2015.

SALDÍAS, R.; GUTIÉRREZ, G.; MACHADO, J. A. D. **Utilização de mercados futuros como mecanismo para a gestão do risco das variações no preço da cevada no Uruguai**.

In: CONGRESSO NACIONAL DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO, 6, 2010, Niterói. **Anais...** Niterói, 20 p.

SANTOS, R. B. **Gestão de riscos financeiros e geração de valor ao acionista: um estudo das empresas brasileiras não financeiras**. 2016. 128 f. Dissertação (Controladoria e Contabilidade) – Universidade de São Paulo – Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto. Programa de Pós-Graduação em Contabilidade e Controladoria. 2016

SANTOS, R.R. **Cross hedge entre etanol e açúcar no brasil: Uma análise de razão ótima e efetividade**. 2017. 100 f. Dissertação (Administração) – Universidade Federal da Paraíba – Programa de Pós-Graduação em Administração. 2017

SCHLENDER, S. G; SILVEIRA V. G. da; CERETTA, P. S. **Razão de hedge ótimo dinâmico no mercado brasileiro de soja com o modelo DCC-GARCH**. *Espacios*. Vol. 35 (Nº 8) pág. 9, 2014

SILVA, F. M. **Avaliação do mercado futuro do milho brasileiro como mecanismo de apoio à comercialização para os produtores de Goiás**. 2016. 69 f. Dissertação (Mestrado em Agronegócio) – Universidade de Brasília – Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária. Programa de Pós-Graduação em Agronegócios, 2016

SILVA, R. N. **Modelo de decisão para “hedging” com opções de venda sobre futuros: aplicação aos mercados de café e boi gordo**. 2000. Disponível on line em: <<http://www.sbicafe.ufv.br/SBICafe/>> Acesso em 30/04/2016.

SOUZA, R. S; CUNHA, C. A; WANDER, A. E. **Efetividade e razão ótima de hedge para operação de boi gordo em Goiás**. *LAJBM Latin American Journal of Business Management* v. 3, n. 2, p. 41-60, jul-dez/2012, Taubaté, SP, Brasil. 2012

SOUZA, W. A. R. **Avaliação de estratégias de gerenciamento de risco de preços de café do Brasil com uso de mercados futuros**. 2013, 143 f. Tese (Administração e Sociologia). Universidade de São Paulo – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. 2013

TONIN, J. M.; TONIN, J. R.; TONIN, G. M. Operações de *hedge* no Mercado de soja: uma análise comparativa para o Estado do Paraná. *REVISTA PARANAENSE DE DESENVOLVIMENTO*, Curitiba, n.115, p.07-30, jul./dez. 2008