

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE ECONOMIA RURAL
CURSO AGRONEGÓCIO**

LEILANE CRISTINA MOREIRA

**ANÁLISE DA EFETIVIDADE DAS OPERAÇÕES DE *CROSS HEDGE* PARA OS
PRODUTORES DE CANA-DE-AÇÚCAR DO ESTADO DE SÃO PAULO**

VIÇOSA – MINAS GERAIS

2020

LEILANE CRISTINA MOREIRA

**ANÁLISE DA EFETIVIDADE DAS OPERAÇÕES DE *CROSS HEDGE* PARA OS
PRODUTORES DE CANA-DE-AÇÚCAR DO ESTADO DE SÃO PAULO**

Monografia apresentada ao Curso Agronegócio da Universidade Federal de Viçosa, como requisito para obtenção do título de Bacharel em Agronegócio.

Orientador: Prof. Dr. Leonardo Bornacki de Mattos.

**VIÇOSA – MINAS GERAIS
2020**

LEILANE CRISTINA MOREIRA

**ANÁLISE DA EFETIVIDADE DAS OPERAÇÕES DE *CROSS HEDGE* PARA OS
PRODUTORES DE CANA-DE-AÇÚCAR DO ESTADO DE SÃO PAULO**

Monografia apresentada ao Curso Agronegócio da Universidade Federal de Viçosa, como requisito para obtenção do título de Bacharel em Agronegócio.

Orientador: Prof. Dr. Leonardo Bornacki de Mattos.

Aprovada em: ____/____/____.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Leonardo Bornacki de Mattos (Orientador)
Universidade Federal de Viçosa-UFV

Prof. Mateus Neves
Universidade Federal de Viçosa-UFV

Pós-doutorando Rodrigo Souza
Universidade Federal de Viçosa-UFV

A Deus.

À minha família, amigos e professores.

AGRADECIMENTOS

A Deus.

À minha família querida, meu agradecimento especial.

Aos amigos, pela paciência e compreensão nos momentos de ansiedade.

Aos colegas de turma.

Ao Prof. Dr. Leonardo Bornacki de Mattos, pela compreensão, correções e uma rica orientação.

À Universidade, aos professores e às professoras que fizeram parte da minha graduação.

Aos professores participantes da banca pelo tempo cedido, pelas colaborações e sugestões.

“Não há [...] ninguém que faça um sacrifício sem esperar uma compensação. É tudo uma questão de mercado.”

CESARE, Pavese.

RESUMO

Reconhecendo a relevância do mercado futuro para os agentes econômicos se protegerem contra as oscilações de preços ocasionadas pelos riscos a que as atividades agropecuárias estão expostas e ressaltando a importância da cana-de-açúcar para a economia brasileira – uma vez que o Brasil e o estado de São Paulo são considerados os maiores produtores desta matéria-prima –, este estudo teve como objetivo verificar se as operações de *cross hedge* com contratos futuros de etanol hidratado da BM&FBovespa seriam uma ferramenta eficiente contra as oscilações de preços da cana-de-açúcar do estado de São Paulo. Para atingir o objetivo proposto foram utilizadas as séries temporais de preços mensais futuros e à vista, referentes ao período de maio de 2010 a julho de 2018. A partir dos dados, calculou-se o valor da razão ótima e da efetividade de *hedge*; para a estimação foi utilizado o modelo VAR (Modelo Autoregressivo Vetorial). Os resultados mostraram que os contratos futuros de etanol hidratado são ineficientes, uma vez que sua efetividade de *hedge* se apresentou extremamente baixa, não sendo suficiente para proteger os agentes do mercado físico da cana-de-açúcar.

Palavras-chave: Mercado futuro. Cana-de-açúcar. *Cross hedge*. Contratos futuros. Etanol.

ABSTRACT

Recognizing the relevance of the future market for economic agents to protect themselves against price fluctuations caused by the risks to which agricultural activities are exposed and emphasizing the importance of sugarcane for the Brazilian economy - since Brazil and the state from São Paulo are considered the largest producers of this raw material - this study aimed to verify whether the cross hedge operations with hydrated ethanol futures contracts from BM&FBovespa would be an efficient tool against the oscillations of sugar cane prices in the state of São Paulo. To achieving the proposed objective, the time series of monthly futures and cash prices for the period from May 2010 to July 2018 were used. From the data, the value of the optimal ratio and hedge effectiveness was calculated; the VAR model (Autoregressive Vector Model) was used for the estimation. The results showed that hydrated ethanol futures contracts are inefficient, since their hedge effectiveness was extremely low, not being sufficient to protect the agents of the physical sugarcane market.

Keywords: Futures market. Sugar cane. Cross *hedge*. Future contracts. Ethanol.

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Área plantada de cana-de-açúcar no Brasil.....	12
Gráfico 2 - Área plantada de cana-de-açúcar por região do Brasil.....	13
Gráfico 3 - Área plantada de cana-de-açúcar no estado de São Paulo	14
Gráfico 4 - Preços da cana-de-açúcar e do futuro de etanol hidratado no período de maio de 2010 a julho de 2018	33

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Estatística descritiva dos índices de etanol e de cana-de-açúcar	34
Tabela 2 - Resultados dos testes de Dickey-Fuller aumentado nas séries de preços da cana-de-açúcar e do futuro de etanol hidratado, de maio de 2010 a julho de 2018	35
Tabela 3 - Seleção da ordem de defasagens do modelo VAR.....	36
Tabela 4 - Teste de Multiplicados de Lagrange para os resíduos dos modelos VAR com duas defasagens	36
Tabela 5 - Razões ótimas e efetividades de <i>hedge</i> para o mercado de cana-de-açúcar do estado de São Paulo	37
Tabela 6 - Seleção da ordem de defasagem do modelo VAR.....	38
Tabela 7 - Teste de Multiplicador de Lagrange para os resíduos dos modelos VAR com três defasagens	38
Tabela 8 - Razões ótimas e efetividades de <i>hedge</i> para o mercado de cana-de-açúcar do estado de São Paulo	39

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
1.1	Problema e sua importância.....	14
1.2	Hipótese	16
1.3	Objetivos	16
2	DEFINIÇÃO DE <i>HEDGE</i>.....	18
2.1	<i>Cross Hedge</i>	18
2.2	Razão Ótima de <i>Hedge</i> e Efetividade de <i>Hedge</i>	19
3	REVISÃO DE LITERATURA	22
3.1	O cultivo da cana-de-açúcar e sua importância para a economia brasileira e para o estado de São Paulo	27
4	METODOLOGIA	30
4.1	Dados	32
4.1.1	Contrato Futuro de Etanol Hidratado (ETH)	32
5	ANÁLISE DE RESULTADOS	33
5.1	Análise descritiva	33
5.2	Estacionariedade das séries	34
5.3	Análise das séries integradas em primeira diferença e em nível.....	35
5.3.1	Definição da ordem do modelo VAR	36
5.4	Análise das séries integradas em nível.....	37
6	CONCLUSÃO	40
	REFERÊNCIAS.....	42

1 INTRODUÇÃO

O agronegócio mundial vem se tornando cada vez mais competitivo, sobretudo nos últimos anos, sendo uma das atividades mais importantes - dos anos 2000 - do Brasil, com uma participação de aproximadamente 24% na economia brasileira. Com isso, os agentes do setor precisam buscar por maior eficiência na comercialização, uma vez que as atividades agropecuárias possuem como características principais os riscos de clima, crédito e preço (SOUZA, 2013 apud SANTOS, 2017). Estas adversidades podem ser minimizadas com a utilização de ferramentas que gerenciam os riscos supracitados.

Entre os mecanismos mais importantes na gestão de risco de preços estão os mercados futuros. Nos contratos futuros há o compromisso de compra e venda futura, isto é, tanto o comprador quanto o vendedor se comprometem a comprar ou vender de acordo com a operação realizada. Os contratos são padronizados e não se tem intenção da entrega concreta da mercadoria (PINTO, 2007).

Há duas operações básicas na bolsa: a operação de *hedge* e a operação de especulação. Os investidores que procuram proteção contra as oscilações de preço adotam estratégias de *hedge* (PINTO, 2007). Uma das estratégias adotadas é o *Cross Hedge* que tem como definição: a utilização de um contrato futuro subjacente a um ativo cujo preço apresenta alta correlação com o preço do ativo para o qual se deseja fazer o *hedge*, mas não há contrato futuro subjacente disponível para negociação.

Desse modo, segundo Powers e Tosini (1977 apud QUINTINO, 2013), os mercados futuros são vistos como uma contribuição à eficiência de uma economia de elevada competição, uma vez que, além de gerar proteção contra as oscilações de preços, contribuem para o desenvolvimento de uma infraestrutura financeira, levando recursos na forma de investimentos ou aplicações, sendo considerados um instrumento importante para o país.

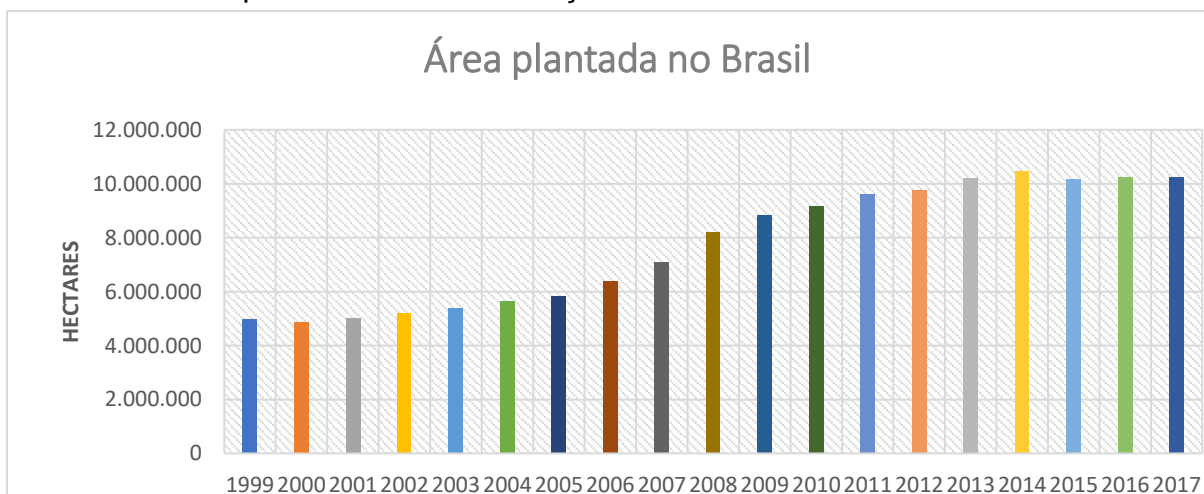
A negociação no Brasil por meio de mercados futuros vem crescendo e sendo utilizada cada vez mais, principalmente a partir dos anos 2000. Porém, para um país visto como um dos maiores produtores mundiais de *commodities* agrícolas, o volume negociado ainda é considerado pequeno.

A comercialização da cana-de-açúcar tem um grande potencial para se beneficiar desse mecanismo de gestão de risco devido às características do mercado

canavieiro¹, que possui grandes oscilações de preço, além de ser um produto de muita importância para a economia brasileira. A cana-de-açúcar é uma das principais atividades do agronegócio e tem grande relevância para o país. O Brasil é considerado líder mundial na produção de cana, sendo responsável por 20% da produção e 40% das exportações do produto. Em relação a seus derivados, é considerado o maior produtor e exportador de açúcar e o segundo maior produtor e exportador de etanol (CANA-DE-AÇÚCAR..., 2017).

A área destinada à plantação da cana-de-açúcar é atualmente crescente, o que se deve a fatores principais como o surgimento do carro com motor biocombustível, a projeção do etanol para o mundo e os recursos disponibilizados pelo governo para as usinas aumentarem seus parques industriais. Em cerca de cinco anos, de 2005 a 2010, o país quase dobrou a área plantada de cana-de-açúcar. Nos anos de 2015, 2016 e 2017, ocorreu uma diminuição desta área, quando comparado ao ano de 2014, em decorrência da crise do setor sucroenergético, das condições climáticas desfavoráveis e das dificuldades operacionais das empresas, como mostra o gráfico 1.

Gráfico 1 - Área plantada de cana-de-açúcar no Brasil



Fonte: Elaborado pela autora a partir de informações disponíveis pela UNICA.

São Paulo é considerado como o principal estado na produção da cana-de-açúcar, possuindo a maior concentração da produção no Brasil. Apesar de o estado ser bem diversificado na produção dos demais gêneros, a cana é a que gera maior receita. Considerado como a capital da tecnologia e inovação, o estado possui

¹ Na seção de Revisão de Literatura haverá um subitem dissertando sobre o mercado canavieiro.

vantagem na produção, dispondo de um moderno sistema agroindustrial, o que faz com que tenha um alto desempenho em diversas culturas, especialmente na cana-de-açúcar (PISSINATO, 2014). São Paulo é avaliado como líder global no agronegócio, sendo o principal produtor de cana, de etanol e de açúcar no país. Em torno de 62% da cana-de-açúcar é produzida no Sudeste, tendo o estado de São Paulo uma representatividade de 52% da produção da região (LIEBERG, 2014).

Os gráficos a seguir mostram, respectivamente, a área plantada por região no Brasil e a área plantada no estado de São Paulo, no período de 2010 a 2016, e ilustram o que foi dito anteriormente.

Gráfico 2 - Área plantada de cana-de-açúcar por região do Brasil

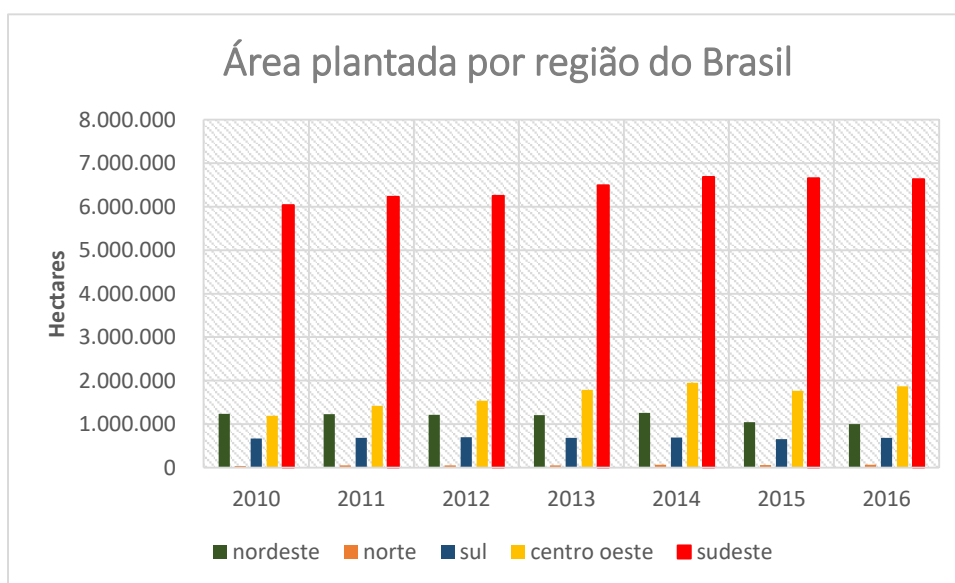


Gráfico 3 - Área plantada de cana-de-açúcar no estado de São Paulo



Fonte: Elaborado pela autora a partir de informações disponíveis pela UNICA.

Face ao exposto faz-se relevante analisar os efeitos do uso do mercado futuro como ferramenta de proteção contra as oscilações de preços das atividades agropecuárias, mais especificamente com a cultura da cana-de-açúcar.

1.1 Problema e sua importância

O mercado da cana-de-açúcar vive em meio às incertezas que podem afetar de forma positiva ou negativa o preço da cultura considerando-se todos os riscos envolvidos na produção de cana, como as características regionais, aspectos do clima e do solo, pragas, logística, transporte, entre outros. Isso faz com que os agentes do setor busquem estratégias de *hedge* com contratos futuros para diminuir os riscos decorrentes das flutuações do preço.

Considerando o uso dos mercados futuros como um mecanismo para mitigar esse risco, o presente trabalho procura responder à seguinte pergunta: Qual a efetividade das operações de *cross hedge* utilizando-se o mercado futuro de etanol hidratado, para os produtores de cana-de-açúcar do estado de São Paulo?

Segundo Pontes (2013) os mercados futuros começaram a ganhar notoriedade no século XIX e no ano de 1848 se criou a primeira bolsa de futuros, a *Chicago Board*

of Trade (CBTO), considerada hoje a maior bolsa do mundo. No Brasil, o surgimento se deu no século XX, no ano de 1917, quando se fundou a bolsa de Mercadorias de São Paulo (BMSP). Em 1985, surgiu a Bolsa Mercantil & Futuros (BM&F), em 1991, a BM&F e a BMSP se fundiram, surgindo a Bolsa de Mercadorias e Futuros. Esta se fundiu com o BOVESPA em 2008, criando a Bolsa de Valores, Mercadorias e Futuros (BM&FBOVESPA).

De acordo com Marques e Mello (1999) os mercados futuros agropecuários têm um potencial enorme no Brasil. À medida que os produtores, empresários e outros agentes do setor adquirirem maiores informações a respeito desse mercado, a tendência é que o país venha a abrigar um dos maiores mercados futuros do mundo.

Tal tema vem despertando o interesse da comunidade acadêmica, levando a vários estudos que abordam a utilização dos mercados futuros como mecanismo para gestão do risco de preços. Podemos citar como exemplo os trabalhos envolvendo a efetividade do *hedge* e do *cross hedge* de contratos futuros para soja e derivados (SILVA, 2001), a gestão do risco de preço de café arábica por meio de contratos futuros da BM&F (BARROS, 2004), a avaliação da eficácia dos contratos futuros da BM&F como mecanismo de proteção da renda de produtores de soja da região de Londrina - Paraná (LOPES, 2007), o uso do mercado futuro de milho para mitigar o risco de preços da avicultura (SOUZA *et al.*, 2011), a efetividade das operações de *hedge* para o etanol de Pernambuco e Alagoas no mercado futuro da BM&FBovespa (FRANCO; OLIVEIRA NETO; MACHADO, 2016), dentre outros.

Logo, existe uma ampla discussão na literatura acerca da utilização dos mercados futuros, mas poucos estudos estão relacionados com o mercado sucroalcooleiro. Portanto, a abordagem do presente trabalho visa contribuir para um melhor entendimento acerca do tema, mostrando se a utilização desse mecanismo é efetiva, levando aos agentes do agronegócio conhecimento e informações para se utilizar adequadamente as ferramentas disponíveis e gerar uma boa performance na sua comercialização.

Segundo Marques, Mello e Martines Filho (2006) adotar como tática a utilização dos mercados futuros se tornou uma ação estratégica de fundamental apoio aos agentes do setor, já que ela viabiliza a administração e diminuição dos riscos. Além disso, proporciona um melhor planejamento e aumento na competitividade das

cadeias, podendo trazer os resultados esperados pelos agentes, cobrir o custo de produção e, ainda, proporcionar algum lucro.

Portanto, um estudo mais detalhado do comportamento do mercado futuro referente ao mercado sucroalcooleiro permite definir melhores momentos para a utilização das operações adotadas conforme as necessidades de cada agente. Além disso, a pesquisa pretende ajudar a desenvolver os contratos futuros de etanol e torná-los mais efetivos para o gerenciamento do risco de preço do mercado da cana, já que estes são carentes de instrumentos de proteção.

Ademais, o presente estudo busca contribuir para um melhor entendimento das causas que podem levar a um baixo volume de contratos futuros negociados neste mercado. Acredita-se que tal conhecimento pode estimular novas pesquisas e ampliar os ganhos a todos os agentes envolvidos na cadeia.

1.2 Hipótese

Os contratos futuros de etanol hidratado comercializados na Bolsa de Mercadorias e Futuros (BM&FBovespa) apresentam efetividade elevada que justifica seu uso aos produtores de cana-de-açúcar para operações de *cross hedge*.

1.3 Objetivos

a) Objetivo Geral:

- Analisar a efetividade das operações de *cross hedge* dos contratos futuros de etanol como meio de proteção aos produtores de cana-de-açúcar do estado de São Paulo, no período de 2010 a 2018.

b) Objetivos Específicos:

- Verificar a correlação entre os preços à vista da cana-de-açúcar e os preços futuros de etanol;
- Determinar a razão ótima de *hedge*;
- Analisar a efetividade de operações de *cross hedge* com contratos futuros de etanol.

2 DEFINIÇÃO DE *HEDGE*

De acordo com Freitas (2011) a origem e o aumento da utilização dos mercados futuros estão relacionados diretamente com a procura dos agentes econômicos em se protegerem da volatilidade dos preços dos produtos agropecuários comercializados no mercado físico. Farhi (1999) estabelece um conceito claro sobre *hedge*:

As operações de cobertura de riscos (*hedge*) consistem, essencialmente, em assumir, para um tempo futuro, a posição oposta à que se tem no mercado à vista. [...] Por extensão, a noção de *hedge* aplica-se à cobertura das posições que se virá a ter num momento anterior ou, pelo menos igual, ao vencimento do derivativo utilizado (FARHI, 1999, p. 94).

A preocupação do *hedger*² é minimizar o risco de preço resultante da posição de risco inicial e advindo das atividades comerciais ou de investimentos. Portanto, o conceito de *hedge* pode ser entendido como proteção financeira de um determinado ativo envolvendo a tomada de operações opostas à posição do mercado físico, pois a ideia que se tem é que quando o preço em um mercado aumenta, o outro mercado aumentará também. Com isso, o ganho em um mercado compensará a perda no outro, minimizando assim o risco de preço oferecido pelo mercado.

Como o tema deste trabalho é referente à cana-de-açúcar, utilizaremos essa atividade como exemplo. O produtor de cana-de-açúcar corre o risco de que o preço do produto caia a tal ponto que ganhe menos do que as despesas que teve para o plantio. Para se proteger dessa situação, o produtor entra no mercado futuro como vendido e, assim, consegue se garantir na proteção contra qualquer queda no preço e também garante o preço da tonelada de cana-de-açúcar no mercado físico.

2.1 *Cross Hedge*

Hedge cruzado pode ser utilizado quando não se tem o contrato futuro do ativo do mercado físico, então o agente utiliza um contrato futuro de outro ativo que é considerado altamente correlacionado ao do mercado a vista

² É denominado assim aquele que procura o *hedge* como meio de proteção, isto é, um agente do mercado físico avesso aos riscos.

Marques, Mello e Martines Filho (2006, p. 116) afirmam que a situação ideal seria aquela que a correlação entre os preços dos dois produtos fosse perfeita, ou seja, $R^2 = 1$. Assim, os agentes que precisam fazer *cross hedge* para se protegerem devem tomar posição em que a correlação não é perfeita ($R^2 < 1$).

Segundo Anderson e Danthine (1981) o *cross hedge* é considerado uma estratégia adequada, podendo ser calculado da mesma maneira que o *hedge*. Na mesma linha de análise, Howard e D'antonio (1984 apud OLIVEIRA NETO; GARCIA, 2013) reiteram que quando o ativo e o contrato futuro são muito parecidos, o *cross hedge* é tão eficiente quanto o *hedge* padrão.

De acordo com Bueno (2002) o motivo principal que leva um *hedge* cruzado a ser considerado um sucesso é encontrar um contrato futuro para o qual as oscilações dos preços futuros estejam altamente correlacionadas e previsíveis com os preços do mercado à vista. No caso da cana-de-açúcar temos a negociação de contratos futuros como o açúcar e o etanol.

2.2 Razão Ótima de *Hedge* e Efetividade de *Hedge*

Entre as várias teorias sobre a análise de decisão do *hedge*, a que mais se destaca é a teoria do portfólio. A escolha dos ativos de um portfólio é um passo significativo para a gestão de qualquer riqueza. A teoria do portfólio de Markowitz (1952) discorre sobre a eficiência no gerenciamento de carteiras de investimentos através da combinação de ativos que maximizem os retornos esperados para cada nível de risco. Com isso, é possível derivar o cálculo da razão ótima e da efetividade de *hedge*.

De acordo com Hull (2003), a razão ótima de *hedge* é a parcela do valor da comercialização do mercado físico que deve ser negociada no mercado futuro, visando à minimização da variância da receita. De acordo com Stoll e Whaley (1993 apud SILVA, 2001) uma forma de aferir a dispersão dos resultados é através da variância da receita.

Considere a variância da receita do *hedge* como:

$$R_h = C(p'_t - p_{t-1}) - E(f'_t - f_{t-1}) \quad (1)$$

Em que, R_h é a receita do portfólio, C é o tamanho da posição no mercado à vista da cana-de-açúcar, p'_t é o preço de compra no mercado à vista no tempo atual, p_{t-1} é o preço de venda no mercado físico no tempo anterior. E é o tamanho da posição no mercado futuro de etanol, f'_t é a cotação de venda de contrato futuro no tempo atual e f_{t-1} é quando há o encerramento da posição do hedger, em que o mesmo compra contrato futuro no tempo anterior ao vencimento da sua posição inicial.

Dividindo ambos os lados de (1) por C , obtém-se:

$$\frac{R_h}{C} = (p'_t - p_{t-1}) - \frac{E}{C}(f'_t - f_{t-1}) \quad (2)$$

Onde $h = \frac{E}{C}$ é a razão de *hedge*.

Aplicando-se a propriedade da variância em (2), tem-se a variância da receita:

$$\sigma^2 = \sigma_p^2 - 2h\sigma_{pf} + h^2\sigma_f^2 \quad (3)$$

Pela condição de primeira ordem para minimização da variância da receita obtém-se a razão ótima de *hedge*, a partir da derivada da variância da receita com respeito a h .

Com isso, a razão ótima de *hedge* (h^*) é representada por:

$$h^* = \frac{\sigma_{pf}}{\sigma_f^2} \quad (4)$$

Na qual a razão ótima de *hedge* (h^*) depende da covariância entre os preços do mercado físico da cana-de-açúcar e do mercado futuro de etanol (σ_{pf}) e da variância do preço futuro de etanol (σ_f^2).

Após determinar a razão ótima de *hedge* é possível determinar a efetividade de *hedge* que é a proporção da variância de receita. Esta pode ser eliminada por meio da utilização de um portfólio quando se emprega a razão ótima de *hedge*.

O grau de efetividade do *hedge* é obtido através dos cálculos das variâncias dos portfólios com *hedge* ótimo e sem *hedge* ótimo, como:

$$e^* = \frac{Var(p) - Var(h^*)}{Var(p)} \quad (5)$$

em que, e^* é a efetividade de *hedge*, $Var(p)$ é a variação da receita do portfólio sem *hedge* e $Var(h^*)$ é a variação da receita do portfólio com a razão ótima de *hedge*, sendo representada por:

$$Var(h^*) = \sigma_p^2 + (h^*)^2 \sigma_f^2 - 2 h^* \sigma_{pf} \quad (6)$$

A efetividade do *hedge* varia de $[0 \leq e^* \leq 1]$, sendo 0 inefetividade total, não existindo correlação entre os preços do mercado físico e do mercado futuro. E em 1, considera-se o *hedge* totalmente efetivo, sendo perfeita a correlação entre os preços.

3 REVISÃO DE LITERATURA

Existem na literatura vários estudos que buscaram analisar a efetividade de *hedge* e *cross hedge* nos contratos futuros de *commodities* agrícolas, sendo os principais voltados ao mercado de soja, café, milho e boi gordo. Nogueira (2001) analisou a integração espacial e a efetividade de *hedge* para o café arábica brasileiro nas regiões de São Paulo e Minas Gerais, utilizando as bolsas de futuros da BM&F e *Coffee, Sugar & Cocoa Exchange* (CSCE – Nova Iorque) no período de 1996 a 2000. As séries utilizadas foram divididas em períodos (diários, semanais e quinzenais), bem como no primeiro vencimento dos contratos futuros de ambas as bolsas. Nesse trabalho foi verificada a estacionariedade da série, adotando o teste de raiz unitária.

Com base no resultado, o autor escolheu os modelos analíticos em diferença (defasados e não-defasados), considerando a sugestão de Myers e Thompson, para estimar a razão ótima e a efetividade de *hedge*. Dessa forma, Nogueira (2001) constatou que, em ambos os modelos, quanto maior o período analisado maior era a efetividade e a razão ótima de *hedge*; os contratos utilizados pela BM&F eram mais indicados e eficientes para os produtores da região analisada que aqueles utilizados pela CSCE.

Martins e Aguiar (2004) estudaram a proteção ofertada aos *hedgers* brasileiros que atuam com soja em grãos ao utilizarem contratos futuros da *Chicago Board of Trade* (CBOT). Os autores identificaram a melhor época e a melhor região para efetuar a operação de *hedge* que proporcionasse maior proteção contra o risco. O estudo foi voltado para as microrregiões dos maiores estados produtores de soja, no período compreendido entre setembro de 2000 e março de 2004. Martins e Aguiar (2004) ainda observaram que as operações de *hedge* são pouco interessantes para os agentes brasileiros quando se utilizam os vencimentos do primeiro semestre do ano. Os autores identificaram também que os vencimentos que apresentaram melhores efetividades são referentes a julho e agosto e as regiões de maiores efetividades são

próximas aos portos de exportação, destacando Ponta Grossa, Candido Mota e Campo Mourão.

Tonin, Braga e Coelho (2009) tiveram como objetivo analisar o comportamento do mercado de milho utilizando a BM&F para a região de Maringá-PR e, assim, calcular sua razão ótima e a efetividade de *hedge*. Os dados utilizados pelos autores foram semanais no período de novembro de 1996 a novembro de 2007. No trabalho foi utilizado o teste de raiz unitária (ADF) para a análise da estacionariedade da série. Os autores adotaram, ainda, o teste de causalidade de Granger e o teste de cointegração. Diante disso foi escolhido o modelo em primeira diferença defasado para calcular a efetividade e a razão ótima de *hedge*.

Dessa forma, Tonin, Braga e Coelho (2009) concluíram que o resultado obtido é insatisfatório, uma vez que a efetividade de *hedge* para essa região ficou entorno de 30%, considerada de baixa efetividade. Os autores sugerem que seria válido aplicar o estudo à outras praças de comercialização, além de inserir a análise do risco de base e aconselham que os integrantes da cadeia de milho utilizem os contratos futuros da CBOT, pois esta é considerada como sendo uma boa opção de estratégia de *hedge*.

Apesar de o mercado sucroalcooleiro ser um dos mais importantes na economia do país é um dos que apresentam menor número de pesquisas relacionados à gestão de risco de preços. Entre as pesquisas de efetividade de *hedge* referentes ao setor, destacam-se os estudos de Raabe, Staduto e Shikida (2006), Sosnoski e Ribeiro (2012), Franco, Oliveira Neto e Machado (2016) e Santos e Maia (2016).

Raabe, Staduto e Shikida (2006) analisaram o comportamento do mercado de açúcar e sua efetividade de *hedge* nas bolsas de mercadorias e futuros de São Paulo (BM&F), Londres e Nova York. O período de análise foi de janeiro de 2000 a setembro de 2003, sendo os dados organizados em médias semanais. Os autores adotaram o teste de raiz unitária de Dickey e Fuller aumentado (DFA) para averiguar a eficiência do mercado futuro. Com base na estimativa gerada pelo teste, Raabe, Staduto e Shikida (2006) utilizaram as séries de preços nas primeiras diferenças para o cálculo da razão ótima de *hedge*, sendo estimado por MQO.

Os resultados alcançados pelos autores mostraram que para as Bolsas de Londres e Nova York há baixa efetividade, já que os tipos de açúcar negociados são

diferentes em cada uma, além de os preços internacionais não serem integrados com os preços nacionais. Já a Bolsa de Futuros de São Paulo apresentou uma efetividade mais alta, se tornando relativamente seguro para os produtores preverem os preços futuros. Porém, o modelo empregado pelos autores é apropriado para mercados eficientes e, segundo os resultados obtidos por eles, os três mercados são ineficientes. Portanto, seria aconselhável uma observação com certo tipo de ressalva.

Sosnoski e Ribeiro (2012) estudaram as operações de *hedging* em mercados futuros na produção de açúcar e álcool, com dados de julho de 2000 a fevereiro de 2006. O modelo proposto no estudo considera as restrições de produção e, para retratar o comportamento dos preços foi feita uma árvore de cenários com base em simulação de Monte Carlo. Para os autores, a utilização do modelo desenvolvido revelou-se útil para decisões de proteção e os resultados obtidos mostraram eficiência quanto ao emprego do mercado futuro, sendo aconselhável a compra no futuro e a venda dos produtos no mercado a vista, pois os preços à vista se mostraram superiores. Deste modo, o estudo mostrou ser possível para os produtores construir estratégias de proteção de preço.

No trabalho de Franco, Oliveira Neto e Machado (2016) foi analisada a efetividade de proteção de preço para etanol nas regiões de Pernambuco e Alagoas, utilizando-se o mercado futuro da BM&F. O período estudado foi de fevereiro de 2010 a outubro de 2013. Os autores aplicaram o modelo de Myers e Thompson para a estimação da razão ótima de *hedge* e o modelo de *Ederington* para a efetividade de *hedge*. Desse modo, o estudo obteve como resultado a não efetividade do mercado futuro de etanol, pois minimiza em torno de 15% o risco de preço. Os autores ressaltam que a utilização de regiões longe da praça de comercialização, como as regiões do estudo, pode ser um fator para a não efetividade do mercado futuro, e também destacam a importância de novas pesquisas para tornar os contratos futuros de etanol mais efetivos em relação ao gerenciamento do risco de preços.

Já a análise de Santos e Maia (2016) propôs verificar a razão ótima e a efetividade de *hedge* cruzado do etanol hidratado e o açúcar nº 11, utilizando a Bolsa de Mercadorias e Futuros de São Paulo (BM&F) e a Bolsa de Nova York, respectivamente. A análise utilizou como base a praça de Paulínia (SP) no período de maio de 2010 a dezembro de 2015. Os autores usaram o Modelo de Variância Mínima, estimado por Mínimos Quadrados Ordinários para realização dessa pesquisa. Os

resultados demonstraram que a comercialização da *commodity* não poderia ser fixada em contratos futuros de açúcar nº 11 e nem em etanol hidratado futuro da BM&F. Com base nisso, o estudo concluiu que a eficiência do *hedge* é considerada muito baixa, praticamente nula, não sendo adequado como alternativas de proteção aos agentes de mercado.

Já em relação aos estudos que visaram analisar as estratégias de *cross hedge* ou *hedge* cruzado, podem-se destacar as de Silveira e Ferreira Filho (2002), Souza, Martines Filho e Marques (2012) e Santos (2017).

A pesquisa realizada por Silveira e Ferreira Filho (2002) buscou analisar as estratégias de *cross hedge* do bezerro no mercado futuro de boi gordo da BM&F para as principais praças de comercialização de gado bovino e também analisou o *hedge* do boi gordo. A análise foi realizada no período de setembro de 1995 a fevereiro de 2001. Os autores utilizaram em sua metodologia a análise do risco de base, assim como o cálculo da razão ótima e da efetividade de *hedge* através do método de Mínimos Quadrados Ordinários.

Os resultados mostraram que a razão ótima de *hedge* foi considerada alta tanto analisando-se o *cross hedge* quanto o próprio *hedge*. Contudo, a efetividade para o *cross hedge* se mostrou baixa, devido ao alto risco de base desta operação, já no *hedge* foi constatado que o risco pode ser reduzido em, aproximadamente, 50%. Os autores concluíram que a maior parte dos produtores de bezerro não possui um mecanismo eficiente de proteção para o risco de preço de sua atividade.

Nesta mesma linha de análise, mas tendo como objeto de estudo as indústrias avícolas, Souza, Martines Filho e Marques (2012) avaliam a estratégia de se utilizar o mercado futuro do milho para reduzir o risco de preço para a indústria nacional de frango. A pesquisa utilizou os períodos de dezembro de 2006 a dezembro de 2009. No estudo, foram calculadas as razões de *hedge* ótimo, total e dinâmico, utilizando-se dos modelos de MQO e GARCH-BEKK para o cálculo.

Os resultados alcançados pelos autores mostraram que há baixa efetividade do *cross hedge* nas três abordagens analisadas, tendo como fator a baixa correlação entre os preços devido a estruturas microeconômicas distintas, como formação de estoque, sazonalidade das vendas, entre outras. Contudo, Souza, Martines Filho e Marques (2012) veem como sendo importante a criação do mercado futuro de frango

na BM&FBovespa, uma vez que o mercado é de grande relevância para o agronegócio brasileiro.

O trabalho desenvolvido por Santos (2017) teve como análise a efetividade de *hedge* e *cross hedge* entre etanol hidratado e açúcar, com as amostras com base de Santos – SP, no período de março de 2013 a outubro de 2016. O autor dividiu a análise em dois períodos, em razão de quebras estruturais significantes; o primeiro período é de março de 2013 a setembro de 2015, e o segundo de setembro de 2015 a outubro de 2016. Foi usada a BM&F para análise do etanol hidratado e a ICE Futures U.S. para análise do açúcar nº 11. Foram utilizados os modelos dos mínimos quadrados ordinários e o modelo GARCH-BEKK.

Os resultados obtidos neste trabalho mostraram que no primeiro período da série, em ambos os modelos abordados, houve maior possibilidade de redução do risco de preço através do cruzamento entre o preço do açúcar brasileiro com os contratos futuros de açúcar nº 11. Já no segundo período, utilizando-se o modelo com o método de MQO, obtiveram-se os mesmos resultados que no primeiro período. Todavia, ao se utilizar o método de GARCH-BEKK, os resultados mostram que o *hedge* nesse período não foi efetivo, impossibilitando uma mitigação dos riscos de preço aos *hedgers*. O autor concluiu, então, que a partir dos resultados obtidos as *commodities* analisadas no trabalho não promoveriam uma maior proteção contra a variação ou contra o risco de preço no mercado físico e que seria interessante que houvesse uma expansão do trabalho para outras análises e pesquisas.

Há também na literatura estudos internacionais sobre *cross hedge* de etanol; vale destacar o de Brinker, Parcell e Dhuyvetter (2009), que examinou a efetividade do *cross hedge* utilizando contrato futuros de milho (principal matéria-prima destinada a produção de etanol nos EUA) e farelo de soja. Os dados históricos semanais de milho e farelo de soja da CBOT foram extraídos no período de 1990 a 2005. A metodologia abordada no estudo foi o método de Mínimos Quadrados Ordinários.

Os resultados obtidos mostraram que o uso do contrato futuro de milho é considerado como meio mais eficaz para mitigação do risco, em torno de 50%, sendo superior em relação ao contrato futuro de farelo de soja. Porém, os autores concluíram que seria interessante a combinação de ambos os contratos, já que mostra ser bastante eficaz para os agentes se protegerem contra os riscos oferecidos nesse

mercado. Isso porque o contrato futuro de farelo de soja ajuda a explicar variações que não são captados pelo preço futuro do milho.

Diferentemente dos estudos anteriores, a abordagem do presente estudo tem como foco a análise da efetividade de *cross hedge* utilizando o mercado futuro de etanol, para os produtores rurais de cana-de-açúcar. Busca-se, assim, verificar se é válida a utilização do mercado futuro como forma de se protegerem dos riscos de oscilações dos preços da cana.

3.1 O cultivo da cana-de-açúcar e sua importância para a economia brasileira e para o estado de São Paulo

A cana-de-açúcar, matéria-prima que dá origem aos diversos produtos, especialmente ao açúcar e ao etanol é considerada uma cultura semiperene, típica do clima tropical e subtropical, sendo a América um local propício e de fácil adaptação para a produção desta atividade (LIEBERG, 2014). De acordo com Bittencourt e Gomes (2014) a produção da cana-de-açúcar é uma das primeiras atividades de importância econômica do Brasil e a mais antiga desenvolvida no país. Foi introduzida em 1532, com a formação da capitania de São Vicente e espalhada por diversas áreas do Brasil, se desenvolvendo melhor na região nordeste do país, em razão da proximidade geográfica com o mercado europeu e das condições edafoclimáticas favoráveis (RAMOS; BELIK, 1989 apud LIEBERG, 2014).

Segundo Baer (1965 apud ARAÚJO; SANTOS, 2013) a evolução da cana-de-açúcar no Brasil passou por diversas mudanças, trazendo grande notoriedade quanto à sua importância em relação à economia nacional, principalmente no início da economia brasileira no período colonial. Nesta época, a cana tinha como objetivo a produção de açúcar, considerada um produto de grande valor e aceitação na Europa, sendo apelidado por 'ouro branco' (NASCIMENTO, 2008). Deste modo, a cultura da cana-de-açúcar ganhou uma dimensão importante, pois tornou-se um dos principais produtos agrícolas comercializados, assegurando o fomento e o desenvolvimento da economia nacional e posicionando o Brasil no primeiro lugar na produção mundial da cana (ARAÚJO; SANTOS, 2013).

No decorrer dos anos, o desenvolvimento da cana-de-açúcar proporcionou conquistas no mercado exportador, auferindo maior concorrência e proporcionando maior competitividade ao açúcar, já que a comercialização foi impulsionada, a produção aumentou e outras mercadorias derivadas da matéria-prima foram elaboradas. Na década de 1970, com a crise do petróleo, surgiu a necessidade de se obter outras fontes de energia, ocasionando na primeira etapa do Programa Nacional do Álcool. Com o (Proálcool) foi desenvolvido o etanol, uma fonte renovável de energia que resultou em inovações; aumento dos incentivos por parte do governo e desenvolvimento de pesquisas tecnológicas, trazendo avanços na modernização do país (ARAÚJO; SANTOS, 2013).

O Brasil é referência mundial em tecnologia sucroalcooleira: atualmente, as usinas que trabalham com a matéria-prima aproveitam praticamente tudo, promovendo vários produtos derivados da cana-de-açúcar (GERENCIAMENTO..., 2013). O país é considerado o maior produtor de cana-de-açúcar, tendo obtido na safra de 2017/2018 uma estimativa de produção de 646.337,38 mil toneladas. Sendo o segundo maior produtor e exportador de etanol, com 15.025.794,09 mil litros produzidos. De acordo com Carvalho e Oliveira (2006),

Os mercados doméstico e mundial vêm se mostrando fortes compradores de açúcar e álcool oriundos do Brasil, o que está induzindo a elevados investimentos neste setor. Além disso, a manutenção do preço do petróleo em patamar elevado deixa o álcool em posição privilegiada (CARVALHO; OLIVEIRA, 2006, p. 2).

Hoje em dia, a produção de cana-de-açúcar se concentra nas regiões Centro-Sul e Nordeste do Brasil. Segundo Nascimento (2008, p. 19):

[...] até a segunda guerra mundial, a agroindústria canavieira se concentrava na região nordeste, quando foi transferida para a região Centro-Sul, em função de melhores condições socioeconômicas e agrícolas.

Os principais produtores de cana-de-açúcar e etanol são os estados de São Paulo, Goiás, Minas Gerais, Mato Grosso do Sul e Paraná. O estado de São Paulo é o maior produtor de cana-de-açúcar do país com uma produção estimada em 352.803,94 mil toneladas para o ano de 2017/18. É considerado também, o maior produtor de etanol com uma produção de 6.573.909,96 mil litros (CONAB, 2017).

A origem da cana-de-açúcar no estado de São Paulo se deu com a formação da capitania de São Vicente, porém foi a partir de 1929 – apesar da crise mundial e os impactos na produção que causaram uma queda dos preços da mercadoria no mercado internacional – que a produção foi intensificada, uma vez que o ciclo cafeeiro estava em decadência (MANNARELLI FILHO; NEY, 2002).

A Segunda Guerra Mundial ocasionou para as agroindústrias canavieiras uma situação contrária ao que se esperava, fazendo diminuir as exportações do açúcar no país devido às dificuldades com o transporte marítimo. Em consequência disso, ocorreu também um déficit de açúcar no abastecimento interno dos principais consumidores que se localizavam no Centro-Sul, surgindo a necessidade de expansão da produção de açúcar para as demais regiões do Brasil. Isso acarretou na transferência do eixo da produção canavieira para os estados das regiões sudeste e sul (SZMRECSÁNYI; MOREIRA, 1991). O estado de São Paulo foi, de fato, consolidado como o maior produtor de cana-de-açúcar no início da década de 1950, ultrapassando a região nordeste, e retirando-o, depois de anos, do *ranking* como o primeiro estado produtor da matéria-prima.

Com a implantação do (Proálcool), em 1975, houve um maior incentivo à produção do álcool; por possuir a maior quantidade de automóveis, São Paulo era o estado que mais necessitava do produto. Assim, a inserção da produção de álcool nas usinas de açúcar, a disponibilidade de terras favoráveis ao cultivo da cana-de-açúcar e os incentivos do governo foram grandes estímulos para a aparição de indústrias sucroalcooleiras em todo o estado de São Paulo (MANNARELLI FILHO; NEY, 2002).

A cana-de-açúcar é muito difundida no estado de São Paulo, ocupando cerca de 6,17 milhões de hectares, o que representa 55% da área plantada no país. Dentro de todos os elos da cadeia, a cultura gera uma grande movimentação na economia, podendo ser considerada o principal produto da agropecuária paulista. Sua produção no estado representa cerca de 53,4% da produção nacional (RAMOS, 2016).

De acordo com o diretor técnico da União da Indústria de Cana-de-Açúcar (UNICA), Antônio de Pádua Rodrigues:

A cana-de-açúcar é o carro-chefe da agricultura paulista porque representa mais empregos para milhões de pessoas, mais arrecadação de impostos e um forte estímulo a uma série de negócios diretos e indiretos aos seus produtos: açúcar, etanol e bioeletricidade. (CANA-DE-AÇÚCAR..., 2018, p.1)

O setor sucroalcooleiro possui uma vantagem competitiva, tendo alta produtividade nas plantações paulistas, tanto devido à qualidade do solo e das condições climáticas favoráveis quanto pelas pesquisas realizadas pelos institutos privados e públicos.

4 METODOLOGIA

Com base nos estudos anteriores e em diversas teorias, Myers e Thompson (1989) deram grandes contribuições para a análise a ser realizada neste trabalho. Em seu modelo, os autores propõem uma abordagem generalizada da razão ótima de *hedge*, na qual as estimativas consideram as informações disponíveis no período em que a decisão sobre o *hedge* é tomada, diminuindo a possibilidade de uma regressão espúria³ (MYERS; THOMPSON, 1989)

Neste estudo foi realizado duas análises, a primeira levando em conta as sugestões dos autores Myers e Thompson (1989). Para que o problema da regressão espúria fosse atenuado, foi preciso verificar se as séries eram estacionárias ou não, para uma série ser estacionária, a sua média e variância tem que ser constante ao longo do tempo e a covariância tem que depender dos números de defasagens; caso contrário, haverá presença de raiz unitária (GUJARATI; PORTER, 2011). Para averiguar se as séries são estacionárias foi utilizado neste trabalho o teste de raiz unitária de Dickey e Fuller Aumentado (DFA) através do critério de Schwarz, com uma defasagem.

Em seguida, foram selecionados os números de defasagens de acordo com os critérios de Akaike, Schwarz e Hannan-Quinn.

Para dar prosseguimento ao estudo, verificou-se a efetividade de *hedge* a partir da obtenção de medidas para as variâncias e covariâncias, conforme as equações nº (4) e (5) do referencial teórico, estimadas a partir de um modelo de vetor autorregressivo (VAR). De acordo com Gujarati e Porter (2011, p. 769), o modelo (VAR) é um:

[...] modelo de equações simultâneas em que cada variável endógena é explicada por seus valores defasados e pelos valores defasados de todas as

³Regressão espúria é definida quando a regressão de uma variável com outra variável gera um R² alto e um t estatisticamente significativo. Porém, o resultado não tem significado econômico.

outras variáveis endógenas no modelo; normalmente, não há variáveis exógenas no modelo.

No VAR, os preços físicos e futuros são modelados a fim de eliminar a correlação serial. Sua aplicação envolve decidir o número de defasagens considerado ótimo para que haja a eliminação da correlação serial no modelo.

A estimação do modelo de vetor autorregressivo tem com forma:

$$C_t = \alpha + \sum_{j=1}^k \beta_j C_{t-j} + \sum_{j=1}^k \gamma_j E_{t-j} + u_{1t} \quad (7)$$

$$E_t = \alpha' + \sum_{j=1}^k \theta_j C_{t-j} + \sum_{j=1}^k \gamma_j E_{t-j} + u_{2t} \quad (8)$$

Em que C é o preço da cana-de-açúcar no mercado físico, E é o preço do etanol no mercado futuro, α são os interceptos, u são os termos de erros estocásticos e k o número de defasagens definidas pelo critério de Akaike que foi selecionado para análise.

Segundo Gujarati e Porter (2011, p. 414), “[...] no modelo clássico o termo de erro de uma observação não pode ser influenciado pelo termo de erro de outra observação”. Diante disso, com o objetivo de verificar os resultados do modelo VAR, aplicou-se o teste de autocorrelação para analisar se de fato não havia presença de correlação entre os resíduos.

Dando procedência ao estudo, fez-se necessário o cálculo da matriz de variância e covariâncias do modelo, definida como:

$$\Sigma = \begin{bmatrix} \sigma_p^2 & \sigma_{pf} \\ \sigma_{fp} & \sigma_f^2 \end{bmatrix} \quad (9)$$

Dessa forma, a razão ótima e a efetividade de *hedge* foram calculadas por meio das fórmulas (4) e (5), respectivamente, citadas neste trabalho.

Considerando que o teste de raiz unitária tem suas limitações e baixo poder, a título de robustez foi realizada outra análise apresentada na seção 5.4, para que os resultados obtidos pudessem ser analisados com maior grau de certeza.

4.1 Dados

A amostra foi composta pelos valores reais dos preços da cana-de-açúcar e do futuro de etanol hidratado negociado na BM&F, utilizando como deflator o Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA) e período-base julho de 2018.

Os preços do mercado físico foram fornecidos pelo Conselho dos Produtores de Cana-de-Açúcar, Açúcar e Etanol do Estado de São Paulo (CONSECANA-SP) e disponibilizados pela União dos Produtores de Bioenergia (UDOP) e as cotações futuras foram retiradas no Sistema de Recuperação de Informações da BM&FBovespa. O período de análise foi compreendido entre 17/10/2010 e 31/07/2018. Foram utilizados dados mensais, totalizando 99 observações.

4.1.1 Contrato Futuro de Etanol Hidratado (ETH)

A negociação de contratos futuros de etanol na Bolsa de Mercadorias e Futuros – Bovespa (BM&FBovespa) iniciou-se em 2000. A princípio foi negociado etanol anidro (ETN), o qual não obteve sucesso devido à falta de liquidez e teve seus últimos negócios realizados entre os anos de 2007 e 2008. Já os contratos futuros de açúcar cristal na BM&FBovespa começaram a ser negociados em 1995, tendo sido desativados e retomados em 2013 – apresentando poucos dados e sem um intervalo contínuo para seu uso como amostra.

Os dados utilizados neste trabalho são referentes ao etanol hidratado, que a partir de maio de 2010 começou a ser negociado na BM&F. O contrato futuro possui série diária com cotação feita em real por metro cúbico (R\$/m³) e seu tamanho é de 30 m³, equivalente a 30 mil litros. Possui vencimento todos os meses do ano e sua data de vencimento é sempre o último dia útil do mês de vencimento do contrato. A liquidação se dá por liquidação financeira e o código de negociação do contrato é ETH.

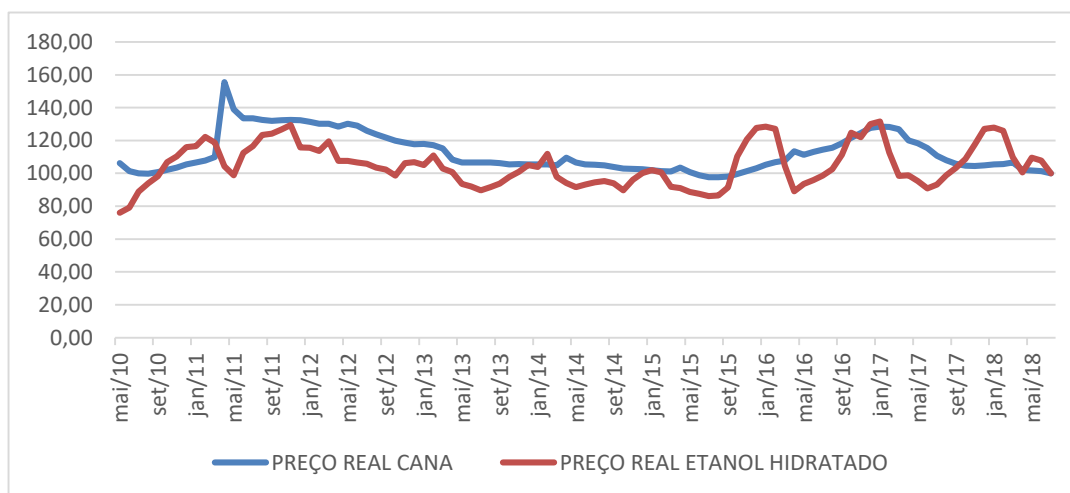
5 ANÁLISE DE RESULTADOS

Nesta seção procura-se discutir os resultados alcançados a partir da estimação do modelo VAR para obtenção da razão ótima de *hedge* e da efetividade de *hedge*, como forma de atender os objetivos propostos na pesquisa. Para a realização dos testes e verificação dos resultados foi utilizado o software Eviews 10.

5.1 Análise descritiva

A análise gráfica indica, inicialmente, o caráter provável das variáveis em análise. A evolução das séries de preços mensais da cana-de-açúcar no estado de São Paulo e de preços futuros do etanol hidratado, ambos em R\$ no período de maio de 2010 a julho de 2018, aponta, a princípio, que as séries possam ser não estacionárias, pois as variáveis apresentam volatilidade ao longo do tempo. Entender essa dinâmica das séries pode ajudar na escolha do melhor modelo para prevê-la. No gráfico 4 podemos observar a conduta dos preços médios mensais cotados no mercado físico e os preços médios mensais no mercado futuro.

Gráfico 4 - Preços da cana-de-açúcar e do futuro de etanol hidratado no período de maio de 2010 a julho de 2018



Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados da pesquisa.

Com isso, procede-se a apresentação das estatísticas descritivas dos dados utilizados na tabela 1.

Tabela 1 - Estatística descritiva dos índices de etanol e de cana-de-açúcar

Estatística	Preço Cana-de-açúcar	Preço Futuro do Etanol
Média	112,3686	104,9310
Mediana	106,6100	103,2800
Máximo	155,5300	131,4900
Mínimo	97,5700	76,0900
Desvio-Padrão	11,89426	12,77586

Fonte: Elaborada pela autora com base nos dados da pesquisa.

As técnicas empregadas para analisar e especificar o modelo utilizado foram os testes de raiz unitária de ADF de Dickey-Fuller aumentado e o teste de autocorrelação. Com base nos resultados adquiridos através do teste de ADF, pôde-se definir o modelo que melhor se adequaria para a estimação da efetividade e da razão ótima de *hedge*, procurando optar pelo número de defasagem capaz de obter a eliminação da autocorrelação dos resíduos, com base nos critérios de Akaike, Schwarz e Hannan-Quinn.

5.2 Estacionariedade das séries

Para o teste de raiz unitária foi aplicado o teste de Dickey-Fuller aumentado, o objetivo do teste é testar a hipótese de existência de raiz unitária e, assim, comprovar que as séries estudadas sejam não estacionárias. O teste foi aplicado de acordo com Enders (2010 apud SCHWANTES, 2010) – com cada série em nível, primeiro considerando-se o intercepto e sem tendência. Para a série em primeira diferença aplicou-se o teste sem intercepto e sem tendência. O número de defasagens apresentado no trabalho foi escolhido com base nos critérios de Akaike, Schwarz e Hannan-Quinn, para que a autocorrelação fosse eliminada completamente.

Na tabela 2, pode-se observar os resultados para as séries em nível e em primeira diferença, sendo P_{cana} a série de preços em nível da cana de açúcar, ΔP_{cana} , a série de preços em primeira diferença da cana e $P_{fetanol}$, a série em nível de preços futuros de etanol :

Tabela 2 - Resultados dos testes de Dickey-Fuller aumentado nas séries de preços da cana-de-açúcar e do futuro de etanol hidratado, de maio de 2010 a julho de 2018

Série	Equação de teste	Número de defasagem	Estatística de teste	Valor crítico		
				1%	5%	10%
P_{cana}	Intercepto e sem tendência	1	-1.92592	-3.499167	-2.891	-2.582
ΔP_{cana}	Sem intercepto e sem tendência	2	-11.42277*	-2.589020	-1.944	-1.614
$P_{fetanol}$	Intercepto e sem tendência	1	- 4.617025*	- 3.499167	-2.891	-2.582

Nota: * denota estatisticamente significativos a 10%.

Fonte: Elaborada pela autora com base nos dados da pesquisa.

Pelos resultados obtidos após a aplicação do teste de Dickey-Fuller aumentado, não se rejeita a hipótese de presença de raiz unitária na série de preços físicos da cana-de-açúcar. Observou-se que a série de preços do mercado à vista apresentou raiz unitária a 10% de significância, tornando-se estacionária em primeira diferença. Porém, na série de preços futuros de etanol, houve a rejeição da hipótese nula, sendo então a série estacionária em nível.

Considerando a série em primeira diferença, retratado por Δ , o teste de ADF mostrou que nos níveis de significância de 10%, pode-se rejeitar a hipótese nula; deste modo, a série é considerada estacionária.

5.3 Análise das séries integradas em primeira diferença e em nível

Analisou-se, primeiramente, uma série sendo estacionária em primeira diferença $I(1)$ e a outra estacionária em nível $I(0)$. O modelo adequado para o caso em que as séries são estacionárias é o modelo VAR (Modelo Autorregressivo Vetorial).

5.3.1 Definição da ordem do modelo VAR

Para este estudo utilizou-se o modelo VAR para estimar a regressão das séries. O número de defasagens utilizado no modelo foi definido conforme os critérios de Akaike, Schwarz e Hannan-Quinn. Para séries integradas em primeira diferença $I(1)$ e em ordem zero $I(0)$, o número de defasagens está apresentado na tabela 3.

Tabela 3 - Seleção da ordem de defasagens do modelo VAR

Lag	AIC	SC	HQ
0	14.15469	14.21024	14.17709
1	12.98380	13.15046	13.05101
2	12.84579*	13.12355*	12.95780*
3	12.86764	13.25650	13.02446
4	12.93896	13.43892	13.14058
5	13.00966	13.62072	13.25608
6	13.05525	13.77742	13.34647

Nota: (*) indica o número de defasagens escolhidos pelo critério.

Fonte: Elaborada pela autora com base nos dados da pesquisa.

Como pode-se observar, os critérios de Schwarz, Akaike e Hannan-Quinn para definir o número de defasagens incluídas na regressão para a eliminação da autocorrelação apontaram para a inclusão de duas defasagens.

Para testar se os números de defasagens utilizados na estimação dos modelos são adequados foi realizado o teste de LM de correlação dos resíduos, que se encontra na tabela 4 abaixo.

Tabela 4 - Teste de Multiplicados de Lagrange para os resíduos dos modelos VAR com duas defasagens

Lag	LRE* stat.	Prob.
1	6.485397	0.1657
2	4.148998	0.3862

Fonte: Elaborada pela autora com base nos dados da pesquisa.

Como pode-se observar, a hipótese nula do teste de autocorrelação não foi rejeitada. O número de defasagens utilizado para aplicação no modelo VAR indica a

não presença de autocorrelação. Portanto, neste estudo, utilizou-se 2 defasagens para as séries em primeira diferença e em nível.

Em sequência, para o cálculo da razão ótima de *hedge* e da efetividade da operação de *cross hedge*, obteve-se primeiro a matriz de variância e covariância das séries de preços mensais estimadas pelo modelo VAR. A razão ótima e a efetividade da operação de *cross hedge* foram calculadas e os resultados foram apresentados na tabela 5.

Tabela 5 - Razões ótimas e efetividades de *hedge* para o mercado de cana-de-açúcar do estado de São Paulo

	Etanol Hidratado**
Razão Ótima	-0,088380702
Efetividade de <i>Hedge</i>	0,010483309

Nota: (**) Modelo VAR com as séries integradas em primeira diferença I(1) e em nível I(0).
Fonte: Elaborada pela autora com base nos dados da pesquisa.

De acordo com os resultados obtidos, o agente que comercializa cana-de-açúcar conseguiria minimizar apenas 1,048% de variância da sua receita em relação a quem não faz *cross hedge*, mostrando uma operação com efetividade extremamente baixa e, deste modo, insatisfatória.

5.4 Análise das séries integradas em nível

Considerando que o teste de raiz unitária tem suas limitações – entre elas o fato de não levar em consideração a sazonalidade –, nesta subseção foi apresentado o resultado de todas as variáveis integradas em nível I(0), utilizado o mesmo modelo VAR da subseção 5.3.1.

O número de defasagens utilizado no modelo foi definido conforme os critérios de Akaike, Schwarz e Hannan-Quinn. E o número de defasagens para as séries estacionárias em nível I(0) está apresentado na tabela 6.

Tabela 6 - Seleção da ordem de defasagem do modelo VAR

Lag	AIC	SC	HQ
0	15.55074	15.60592	15.57300
1	12.90070	13.06625	12.96749
2	12.74802	13.02394*	12.85934*
3	12.74448*	13.13077	12.90033
4	12.78325	13.27991	12.98362
5	12.84595	13.45297	13.09085
6	12.90683	13.62422	13.19625

Nota: (*) indica o número de defasagens escolhidos pelo critério.

Fonte: Elaborada pela autora com base nos dados da pesquisa.

O número de defasagens utilizadas no modelo VAR para as séries integradas em nível $I(0)$ foi definido pelos critérios de Akaike, Schwarz e Hannan-Quinn. A menor estatística apontada foi do critério de Schwarz e Hannan-Quinn que indicou o uso de duas defasagem, enquanto o de Akaike três defasagens. Optou-se pela utilização de três defasagens ao invés dos outros dois critérios, pois na utilização de Schwarz e Hannan-Quinn a probabilidade de se rejeitar a hipótese nula era muito grande e, portanto, haveria presença de autocorrelação entre os resíduos.

Para testar se os números de defasagens utilizados na estimação dos modelos são adequados foi realizado o teste de LM de correlação dos resíduos, que se encontram na tabela 7 abaixo.

Tabela 7 - Teste de Multiplicador de Lagrange para os resíduos dos modelos VAR com três defasagens

Lag	LRE* stat.	Prob.
1	4.207449	0.3787
2	4.721828	0.3171
3	2.829810	0.5867

Fonte: Elaborada pela autora com base nos dados da pesquisa.

O número de defasagens utilizado para aplicação no modelo VAR indica a não presença de autocorrelação. Portanto, neste estudo, utilizou-se 3 defasagens para as séries estacionárias em nível.

Em sequência, para o cálculo da razão ótima de *hedge* e da efetividade da operação de *cross hedge*, obteve-se primeiro a matriz de variância e covariância das séries de preços mensais estimadas pelo modelo VAR. A razão ótima e a efetividade

da operação de *cross hedge* foram calculadas e os resultados foram apresentados na tabela 8.

Tabela 8 - Razões ótimas e efetividades de hedge para o mercado de cana-de-açúcar do estado de São Paulo

	Etanol Hidratado*
Razão Ótima	-0,072378369
Efetividade de Hedge	0,007396413

Nota: (*) Modelo VAR com ambas as séries estacionárias em nível, I(0).

Fonte: Elaborada pela autora com base nos dados da pesquisa.

Mesmo as séries sendo integradas de forma diferentes, nota-se que a análise leva a resultados igualmente decepcionantes. De acordo com os resultados adquiridos, o agente que comercializa cana-de-açúcar conseguiria minimizar apenas 0,07% de variância da sua receita em relação a quem não faz *cross hedge*. Portanto, as estimativas mostraram que não é viável o agente do mercado que comercializa cana-de-açúcar realizar operações em futuros utilizando etanol hidratado, uma vez que estas não se mostraram eficiente na cobertura do risco.

Dessa forma, uma possível explicação para a baixa efetividade dos contratos futuros de etanol hidratado pode estar relacionada ao fator de decisão entre ter que produzir açúcar ou etanol. Só faz sentido aos produtores produzir etanol se os preços forem superiores aos preços do açúcar. O setor sucroenergético do Brasil possui flexibilidade na sua produção, permitindo uma composição de um *mix* diferenciado.

As decisões referentes ao que e quanto produzir em cada safra são tomadas com antecedência, tendo em vista os preços comercializados da gasolina no mercado internacional e local, custos logísticos, custos de armazenagem, preços internacionais do açúcar, custo de oportunidade dos produtos alternativos e preço do melaço (que possibilita a produção de etanol a preços mais baixos).

Ademais, outro fator que pode estar relacionado à baixa efetividade é a baixa liquidez dos contratos, além do fato de que o estudo decorre do uso de dados mensais, um vez que, segundo Stoll e Whalley (1993 apud SILVA, 2001), dados mais frequentes incorporam mais informações sobre a covariabilidade das variações de preços à vista e futuros.

6 CONCLUSÃO

As atividades agropecuárias possuem como características principais os riscos de clima, crédito e preço, sendo os mercados futuros um dos mecanismos mais importantes na gestão de risco de preços. A comercialização da cana-de-açúcar tem um grande potencial para se beneficiar desse mecanismo, devido às características do mercado canavieiro, que possui grandes oscilações de preço, além de ser um produto de muita importância para a economia brasileira.

Dessa forma, o conhecimento da efetividade de *hedge* e da razão ótima de *hedge* entre o mercado físico da cana-de-açúcar e o mercado futuro de etanol é uma ferramenta adicional que traz maior confiabilidade para os agentes garantindo conhecimento e informações para se utilizar adequadamente as ferramentas disponíveis e gerar uma boa performance na sua comercialização.

O objetivo desta pesquisa foi investigar se as operações de *cross hedge* de contratos futuros de etanol hidratado brasileiro iriam conseguir proteger os agentes participantes do mercado físico de cana-de-açúcar do estado de São Paulo. Através do procedimento econométrico utilizado foi possível demonstrar baixa efetividade de *hedge* no mercado futuro de etanol hidratado para a BM&FBovespa (0,07% ou 1,048%), refutando a hipótese inicial deste estudo.

Portanto, isso mostra que se o agente do mercado físico da cana-de-açúcar utilizasse o contrato futuro de etanol e fizesse o uso da operação de *cross hedge* para minimizar a variância de sua receita, essa operação seria inefetiva, já que não conseguiria proteger o *hedger* de possíveis perdas causadas pela oscilação dos preços.

Em se tratando do presente estudo, entende-se que a não efetividade de mitigação do risco de preços do etanol hidratado pode estar relacionada a alguns fatores, como por exemplo, a interferência dos preços de outros produtos advindos da cana-de-açúcar (como o açúcar cristal) e preços de substitutos do etanol (como o milho, usado nos EUA para fazer etanol e a gasolina); a sazonalidade, que pode ser um dos fatores mais relevantes, devido ao fato de que o teste de raiz unitária não a leva em consideração, e além disso, o estudo decorre de uso de dados mensais, o que interfere na qualidade das informações.

Aconselha-se ao agente que tem interesse em utilizar alguns tipos de operações em futuros com contratos de etanol a fazer outras análises sobre a efetividade desses contratos. Outras sugestões são procurar analisar a eficiência da utilização em outras bolsas, como a Bolsa de Chicago (CBOT), ou procurar verificar se a utilização de outros contratos futuros – como o açúcar cristal ou o milho – pode levar a uma maior efetividade.

Ao fim, destaca-se ainda que existe uma grande possibilidade de métodos que possam vir a ser empregados para testar a efetividade das operações de *cross hedge* permitindo que diferentes investigações venham a ser realizadas no futuro, levando pesquisa e visibilidade para esse mercado, uma vez que este é carente de instrumentos de proteção.

REFERÊNCIAS

ANDERSON, Ronald W.; DANTHINE, Jean-Pierre. Cross hedging. **Journal of Political Economy**, v. 89, n. 6, p. 1182-1196, 1981.

ARAÚJO, Edilaine da Silva; SANTOS, Juliana Agustineli Pereira. O desenvolvimento da cultura da cana-de-açúcar no Brasil e sua relevância na economia nacional. **FACIDER-Revista Científica**, v. 4, n. 4, 2013.

BARROS, Ather de Miranda. **Gestão do risco de preço de café arábica por meio dos contratos futuros da BM&F**. 2004. Tese (Doutorado em Economia Aplicada) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2004.

BAUDIER, Cyrille. **Efetividade do cross-hedging na gestão do risco de preço de etanol**. Monografia (Graduação em Engenharia de Produção) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

BITTENCOURT, Geraldo Moreira; GOMES, Marília Fernandes Maciel. Fontes de crescimento da produção de cana-de-açúcar no Sudeste e Centro-Oeste do Brasil. **Redes** – Revista do Desenvolvimento Regional, v. 19, n. 2, p. 182-201, 2014.

BRINKER, Adam J.; PARCELL, Joseph L.; DHUYVETTER, Kevin C. Cross-Hedging Distillers Dried Grains: Exploring Corn and Soybean Meal Futures Contracts. *In*: CONFERENCE ON APPLIED COMMODITY PRICE ANALYSIS, FORECASTING, AND MARKET RISK MANAGEMENT, 134, 2007, Chicago. **Annals**. Chicago, 2007.

BUENO, Rodrigo de Losso da Silveira. Conceitos de “hedge” em mercados futuros. **Revista de Administração**, v. 37, n. 4, p. 83-90, 2002.

CANA-DE-AÇÚCAR [...]. **Portal Campo Vivo: Economia**. 2017. Disponível em: <https://campovivo.com.br/economia/cana-de-acucas-riqueza-que-movimenta-a-economia/>. Acesso em: 13 out. 2018.

CANA-DE-AÇÚCAR. Agência Paulista de Promoção de Investimentos e Competitividade. **INVESTSP**. Setores de negócios: agronegócio. 2018. Disponível em: <https://www.investe.sp.gov.br/setores-de-negocios/agronegocios/cana-de-acucar/>. Acesso em: 25 set. 2018.

CANA-DE-AÇÚCAR[...]. **MBF AGRIBUSINESS**. 2018. Disponível em: <http://www.mbfagribusiness.com/conteudo/cana-de-acucar-e-carro-chefe-da-producao-agropecuaria-do-estado-de-spL3QkP>. Acesso em: 02 out. 2018.

CARVALHO, Glauco Rodrigues; OLIVEIRA, C. de. O setor sucroalcooleiro em perspectiva. **Embrapa Territorial** – Circular Técnica (INFOTECA-E). Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2006.

CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira de cana-de-açúcar**. Brasília: CONAB, v. 3, n. 2, 2017.

FARHI, Maryse. Derivativos financeiros: hedge, especulação e arbitragem. **Economia e Sociedade**, v. 8, n. 2, p. 93-114, 1999.

FRANCO, Frederico Victor; OLIVEIRA NETO, Odilon José de; MACHADO, Waltuir Batista. Efetividade das operações de hedge para o etanol de Pernambuco e Alagoas no mercado futuro da BM&FBovespa. **Revista Econômica do Nordeste**, v. 47, n. 1, p. 49-64, 2016.

FREITAS, B. W. **Contratos futuros de açúcar: uma análise comparativa entre as estratégias de hedge**. 2011. Dissertação (Mestrado em Administração) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2011.

GERENCIAMENTO agrícola e tecnologia da informação nos canaviais. **Novacana**. 2013. Disponível em: <https://www.novacana.com/cana/gerenciamento-agricola-tecnologia-informacao>. Acesso em: 5 nov. 2018.

GUJARATI, Damodar N.; PORTER, Dawn C. **Econometria Básica-5**. Porto Alegre: Amgh Editora, 2011.

HISTÓRICO do etanol hidratado. **UDOP**. 2018. Disponível em: https://www.udop.com.br/index.php?item=item_alcool&op=sp_mensal. Acesso em: 10 ago. 2018.

HULL, J.C. 2003. **Options, Futures, and Other Derivatives**. 5 ed., Upper Saddle River, Prentice Hall, 822 p.

LIEBERG, Vanessa. **A influência do estoque mundial de açúcar sobre o preço internacional dessa commodity**. 2014. Dissertação (Mestrado em Economia e Gestão do Agronegócio) – Fundação Getúlio Vargas, São Paulo, 2014.

LOPES, Carlos Roberto Meleiro. **Avaliação da eficácia dos contratos futuros da BM&F como mecanismo de proteção da renda de produtores de soja da região de Londrina-Paraná**. 2007. Monografia (Especialização em Gestão de Negócios Financeiros) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.

MANNARELLI FILHO, Teucle; NEY, Alan Kardec. A evolução da indústria sucroalcooleira na Região Oeste do Estado de São Paulo. **Economia & Pesquisa**, Araçatuba, v. 4, n. 4, p. 22-45, 2002.

MARKOWITZ, Harry. Portfolio selection. **The journal of finance**, v. 7, n. 1, p. 77-91, 1952.

MARQUES, Pedro Valentim; MELLO, Pedro Carvalho de. **Mercados futuros de commodities agropecuárias**: exemplos e aplicações aos mercados brasileiros. 1999.

MARQUES, Pedro Valentim; MELLO, Pedro Carvalho de; MARTINES FILHO, João Gomes. **Mercados futuros e de opções agropecuárias**. Série Didática nº D-129. Departamento de Economia, Administração e Sociologia da Esalq/USP: Piracicaba, 2006.

MARTINS, Anamaria Gaudencio; AGUIAR, Danilo. Efetividade do hedge de soja em grão brasileira com contratos futuros de diferentes vencimentos na Chicago Board of Trade. **Revista de Economia e Agronegócio**, v. 2, n. 4, 2004.

MYERS, Robert J.; THOMPSON, Stanley R. Generalized optimal hedge ratio estimation. **American Journal of Agricultural Economics**, v. 71, n. 4, p. 858-868, 1989.

NASCIMENTO, Gabriela Ayres. **Aproveitamento de bagaço em usinas de álcool e açúcar-venda, queima ou hidrólise**. 2008. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2008.

NOGUEIRA, Fernando Tadeu Pongelupe. **Integração espacial e efetividade do “hedge” no mercado brasileiro de café arábica**. 2001. Dissertação (Mestrado em Economia Rural) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2001.

OLIVEIRA NETO, Odilon José de; GARCIA, Fabio Gallo. Cross hedging do novilho argentino no mercado futuro do boi gordo brasileiro. **Custos e @gronegócio on line**, v. 9, n. 2, abr./jun. 2013.

PINTO, Edemir. **Mercados derivativos**. São Paulo: BM&F Brasil, 2007.

PISSINATO, Bruno. **A cultura de cana-de-açúcar no Estado de São Paulo entre 1950 e 2010**: evolução histórica da área e da produtividade. 2014. Dissertação (Mestrado em Economia Aplicada) – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2014.

PONTES, Trícia Thaíse. **Precificação de opções sobre contratos futuros de boi gordo na BM&BOVESPA: um estudo das volatilidades**. 2013. Dissertação (Mestrado em Administração) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2013.

QUINTINO, Derick David. **Contratos futuros de etanol hidratado na BVMF-BOVESPA: uma análise de viabilidade**. 2013. Dissertação (Mestrado em Economia Aplicada) – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2013.

RAABE, João Paulo; STADUTO, Jefferson Andronio Ramundo; SHIKIDA, Pery Francisco Assis. A efetividade de hedge do mercado futuro de açúcar nos mercados de Nova York, Londres e da BM&F. **Revista de Economia e Administração**, v. 5, n. 3, 2006.

RAMOS, Pedro. Trajetória e situação atual da agroindústria canavieira do Brasil e do mercado de álcool carburante. *In*: SANTOS, Gesmar Rosa dos (Org.). **Quarenta anos de etanol em larga escala no Brasil: desafios, crises e perspectivas**. Brasília: Ipea, 2016. p. 47-82.

SANTOS, Ramon Rodrigues dos. **Cross hedge entre etanol e açúcar no Brasil: Uma análise de razão ótima e efetividade**. 2017. Dissertação (Mestrado em Administração) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2017.

SANTOS, Ramon Rodrigues dos; MAIA, Sinézio Fernandes. Razão ótima e efetividade de hedge do etanol hidratado nos contratos futuros de commodities sucroalcooleiras. **Revista Brasileira de Administração Científica**, v. 7, n. 2, p. 33-48, 2016.

SCHWANTES, Fernanda *et al.* **Viabilidade de Implantação do Contrato Futuro de Trigo na BM&FBOVESPA**. 2010. Dissertação (Mestrado em Economia Aplicada) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2010.

SILVA, A. R. O. **A efetividade do hedge e do cross-hedge de contratos futuros para soja e derivados**. 2001. Dissertação (Mestrado em Economia Rural) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, 2001.

SILVEIRA, Rodrigo Lanna Franco da; FERREIRA FILHO, Joaquim Bento de Souza. Análise das operações de cross hedge do bezerro e do hedge do boi gordo no mercado futuro da BM&F. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 41, n. 4, 2002.

SOSNOSKI, Anna Andrea Kajdacsy Balla; RIBEIRO, Celma de Oliveira. Hedging na produção de açúcar e álcool: uma integração de decisões financeiras e de produção. **Production**, v. 22, n. 1, p. 115-123, 2012.

SOUZA, Waldemar Antonio da Rocha de *et al.* A Eficiência de Cross-hedge do Risco de Preço de Frangos com o Uso de Contratos Futuros de Milho da BM&FBOVESPA. **Sociedade, Contabilidade e Gestão**, v. 6, n. 3, 2011.

SOUZA, Waldemar Antonio da Rocha de; MARTINES FILHO, João Gomes; MARQUES, Pedro Valentim. Uso do mercado futuro de milho para mitigar o risco de preços da avicultura. **Revista Gestão Organizacional**, v. 5, n. 1, p. 107-116, 2012.

SZMRECSÁNYI, Tamás; MOREIRA, Eduardo Pestana. O desenvolvimento da agroindústria canavieira do Brasil desde a Segunda Guerra Mundial. **Estudos avançados**, v. 5, n. 11, p. 57-79, 1991.

TONIN, Julyerme Matheus; BRAGA, Marcelo José; COELHO, Alexandre Bragança. Efetividade de hedge do milho com contratos futuros da BM&F: uma aplicação para a região de Maringá (PR). **Revista de Economia**, v. 35, n. 1, 2009.