

GESTÃO DO RISCO DO PREÇO DO AÇÚCAR PARA OS PRINCIPAIS ESTADOS PRODUTORES BRASILEIROS NO MERCADO FUTURO DA BM&FBOVESPA

Talita Almeida Silva

MBA em Gestão Financeira e Controladoria – SENAC
Membro do Grupo de Pesquisa “Inteligência em Finanças e Mercados” UFU/CNPQ
talitaalmeida16@hotmail.com

Odilon José de Oliveira Neto

Doutor em Administração – FGV/EAESP
Professor de Finanças da Universidade Federal de Uberlândia – UFU
Membro do Núcleo de Educação Financeira UFU
Coordenador do Grupo de Pesquisa “Inteligência em Finanças e Mercados” UFU/CNPQ
professorodilon@yahoo.com.br

Waltuir Batista Machado

Mestre em Agronegócio – UFG
Professor de Finanças da Faculdade Alfredo Nasser – UNIFAN
Membro do Grupo de Pesquisa “Inteligência em Finanças e Mercados” UFU/CNPQ
waltuir@unifan.edu.br

Resumo

Ao digladiar pelo espaço em produção, o açúcar e o etanol, acabam por incorporar um componente de incerteza quanto aos preços, principalmente por afetar as condições de oferta relacionadas aos mesmos. Neste contexto, percebe-se a importância de estratégias de proteção que contribuam para o gerenciamento do risco do preço da *commodity* do açúcar, e que englobem negociações formais de compra e venda através de contratos padronizados, por preços futuros pré-estabelecidos e com vencimento em data já pré-determinada. Assim sendo, este estudo teve como objetivo principal verificar a efetividade das operações de *hedge* do açúcar na BM&F Bovespa para os estados de São Paulo, Minas Gerais, Alagoas e Pernambuco. A fundamentação teórica baseou-se em estudos referentes à comercialização agrícola e à análise da efetividade do mercado futuro no gerenciamento do risco de preços das *commodities* agropecuárias no Brasil. Para os testes empíricos foram utilizadas séries temporais de preços futuros e a vista (médias mensais), referente ao período de novembro de 2007 a agosto de 2014. O estudo caracteriza-se como descritivo do tipo quantitativo, e compreende especificamente, verificação da estatística descritiva dos preços, cálculo da base e risco de base, estimação da razão e efetividade de *hedging* de pela aplicação do modelo de Myers e Thompson (1989). Os resultados apontaram que o mercado futuro do açúcar é efetivo na mitigação do risco de preços dos mercados a vista do açúcar apenas para os estados de São Paulo e Minas Gerais.

Palavras-chave: Comercialização Agrícola; *Commodities* Agrícolas; *Hedge*.

1. Introdução

Poucos países aumentaram tanto o comércio internacional de produtos provenientes do agronegócio como o Brasil na década de 1990. Neste contexto, vale ressaltar o alto patamar do país na produção e exportação de diversos produtos agropecuários, o que o coloca como um dos líderes mundiais em negócios agrícolas, com destaque para a exportação de açúcar, café, carne bovina, etanol, suco de laranja, soja e seus derivados (MAPA, 2009).

Segundo dados divulgados pelo Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (CEPEA), no ano de 2013 a receita com exportação no agronegócio brasileiro foi de US\$ 101,5 bilhões, o que em termos nominais representa um valor 4% superior ao ano anterior. Todavia, esse aumento se deu principalmente pelo crescimento do volume exportado, tendo em vista que os preços médios de exportação em dólar caíram 7,5% no período (CEPEA, 2014).

Em números, o setor sucroalcooleiro é um dos campos que mais se destaca na economia brasileira, respondendo em torno de 31% das riquezas originadas pela agricultura e 2% do Produto Interno Bruto (PIB) nacional, além de aproximadamente 4,5 milhões de empregos, conforme dados de 2013 divulgados pela Biosev S.A.

A cana-de-açúcar, além de ser uma das principais matérias-primas do agronegócio, destaca-se ainda pela sua capacidade de gerar diferentes produtos finais, como açúcar e o álcool, assim como outros subprodutos com características de recursos renováveis, que permitem a produção de energia como é o caso do bagaço (EMBRAPA, 2008).

No encerramento do período safra 2012/2013, o Brasil produziu em torno de 590 milhões de toneladas de cana-de-açúcar, sendo que aproximadamente 90% de toda a produção concentraram-se na região centro-sul do país. Em termos mercadológicos, o Brasil é responsável por mais de 50% do açúcar vendido no mundo, com uma previsão de aumento da produção até a safra 2018/19 a uma taxa média de 3,25%, e expectativa de exportação de aproximadamente 32,6 milhões de toneladas para o mesmo período (BIOSEV, 2013).

Pode-se observar no quadro 1, que o Brasil é o maior produtor e açúcar e segundo maior produtor de etanol no mundo. No caso do etanol, os números também reafirmam relevância mercadológica do Brasil, que se destaca como segundo maior produtor e maior exportador desta *commodity*.

Produto	Produção		Exportação	
	Valor	País	Valor	País
Açúcar	35,5*	1° - Brasil 2° - Índia 3° - Europa***	25,8*	1° - Brasil 2° - Tailândia 3° - Austrália
Etanol	25,4**	1° - EUA 2° - Brasil 3° - Europa***	2,7**	1° - Brasil 2° - EUA 3° - Europa***

Quadro 1 – Principais países produtores e exportadores de açúcar e etanol.

Fonte: Adaptado de Única (2013/14)

Notas: * Milhões de Toneladas; ** Bilhões de litros; ***Considera-se o Bloco Econômico, com 27 países.

No mercado sucroalcooleiro é importante destacar a competitividade do etanol (combustível) e do açúcar (cristal/alimentício), que por terem a matéria-prima em comum, disputam seu espaço nas indústrias e também permitem a escolha por parte das mesmas sobre qual produto processar a fim de atingir os resultados econômicos esperados.

Ao digladiar pelo espaço em produção, o açúcar e o etanol, acabam por incorporar um componente de incerteza quanto aos preços, principalmente por afetar as condições de oferta relacionadas aos mesmos.

Neste contexto, percebe-se a importância de estratégias de proteção (*hedging*), que contribuam para o gerenciamento do risco do preço da *commodity* do açúcar, e que englobem negociações formais de compra e venda através de contratos padronizados, por preços futuros pré-estabelecidos e com vencimento em data já pré-determinada.

Assim sendo, o *hedging* tem a finalidade travar o preço de determinado ativo para uma data futura, ou seja, proteger contra uma possível variação de valor em um período de tempo planejado (BM&F, 2007).

Baseado nessas considerações, o presente estudo tem como objetivo principal verificar a efetividade das operações de *hedge* do açúcar na BM&FBovespa para os estados de São Paulo, Minas Gerais, Alagoas e Pernambuco. Especificamente, este trabalho tem a finalidade de analisar o risco de base das operações de *hedge* até a data do vencimento dos contratos.

A importância deste estudo perpassa pela necessidade de mitigar os riscos de volatilidade de preços presentes no setor sucroalcooleiro, mais precisamente, referente à *commodity* açúcar, contribuindo com informações que possam colaborar para que os agentes desta cadeia produtiva possam administrar de forma eficaz a comercialização. Ao mesmo, este estudo se justifica pela importância em proteger um setor que se destaca na produção, consumo interno e exportação, e que é responsável por aproximadamente 30% e 2% do PIB, do agronegócio e da economia brasileira, respectivamente.

2. Revisão de Literatura: Mercado Futuro e o *hedge* agrícola no Brasil

Com a finalidade de fundamentar teoricamente e entender mais sobre o gerenciamento do risco de preços e a comercialização de *commodities* agrícolas, são apresentados e discutidos a seguir estudos que abordam mercado futuro do boi gordo, do café, da soja, do milho, do açúcar e do etanol.

Inicialmente destacam-se importantes pesquisas sobre o *hedge* do café no Brasil, como as de Fileni *et al.* (1999), Fontes *et al.* (2005), Müller *et al.* (2008). Fileni *et al.* (1999) objetivaram analisar a efetividade de *hedge* e estimar a base do café arábica para várias regiões em Minas Gerais usando contratos futuros da BM&F.

Com o desenvolver da pesquisa, os autores concluíram que com o *hedge*, a redução do risco de preços para maioria das regiões estudadas, com destaque para a região do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, que tem efetividade de 75% e 80% respectivamente, e razão de variância mínima entre 0,7 e 1,0.

Nessa mesma linha de pesquisa, Fontes *et al.* (2005), também para o café produzido nos estados de São Paulo e Minas Gerais, obtiveram resultados muito semelhantes ao estudo realizado por Fileni *et al.* (1999), com diferenças significativas apenas no contexto temporal dos estudos.

Ainda sobre a gestão do risco do preço do café, o estudo de Müller *et al.* (2008) difere dos demais por procurar estimar a razão ótima e comparar as efetividades computadas por estratégias de *hedge* estáticas e dinâmicas para o café arábica produzido no Brasil. Os resultados apontaram que a efetividade é maior pelo uso da estimativa da razão ótima computada pelos modelos dinâmicos heterocedásticos, porém, ressalta que essa diferença em efetividade não é tão significativa em termos de redução de risco.

Nesse mesmo contexto, porém tendo como objeto de estudo o mercado do boi gordo, Guimarães (2005), Perobelli (2005), Bitencourt *et al.* (2006), Oliveira Neto e Figueiredo (2008), Oliveira Neto e Garcia (2013), e Guerra, *et al.* (2013) realizaram importantes pesquisas.

No caso do estudo de Guimarães (2005), este buscou analisar as operações de *hedge* para o boi gordo de importantes regiões produtoras do Brasil, e concluiu que a efetividade foi maior pelo cômputo da razão ótima estimada pelos preços semanais.

Já Perobelli (2005) optou por averiguar as relações entre os preços a vista e futuros do mercado brasileiro, e obteve como resultado a verificação de uma relação bicausal entre os mesmos, o que, segundo a autora, sugere que os *hedgers* do mercado físico devem observar o preço do dia anterior do primeiro vencimento do mercado futuro, enquanto os *hedgers* do mercado futuro devem observar o mercado a vista. A pesquisa constatou também uma relação de longo prazo entre preços a vista e futuros.

Diferente dos estudos anteriores, Bittencourt *et al.* (2006) estimaram as razões de *hedge* do boi gordo na BM&F por diferentes métodos de estimação, e verificaram que mesmo com efetividade próxima a 74% pelo método dos mínimos quadrados ordinários (MQO), este não pode ser considerado apropriado para uso, principalmente devido os resultados do teste de *White* para heterocedasticidade. Problema este que foi suavizado na estimação pelo modelo heterocedástico BEKK de Baba *et al.* (1990), ou seja, o resultado sugeriu que a razão de *hedge* apresenta dependência temporal.

Oliveira Neto e Figueiredo (2008) estimaram a razão ótima e a efetividade do *hedge* do boi gordo para o Estado de Goiás no mercado futuro da BM&F, e concluíram que as diferenças das razões de *hedge* foram insignificantes para diferentes horizontes de tempo, assim como para redução de risco de preços para períodos de safra e entressafra. Para os períodos analisados a efetividade estimada foi próxima a 90% para a carteira protegida.

Um ponto comum entre as pesquisas discutidas até o momento refere-se ao fato de ambas analisarem a relação entre preços a vista e futuros. Porém, os estudos de Oliveira Neto e Garcia (2013), trazem um componente diferente, trata-se da relação entre preços de *commodities* diferentes em praças internacionais. Neste caso, os autores analisaram a eficiência do mercado futuro do boi gordo brasileiro como preditor dos preços a vista dos novilhos argentinos. Os resultados evidenciaram o não viés na predição dos preços e a eficiência do mercado futuro do boi gordo brasileiro em relação ao mercado a vista dos novilhos argentinos de aproximadamente 80%.

Tendo como objetivo encontrar a razão ótima e a efetividade das operações de *hedge* dos contratos futuros de boi gordo na BM&FBovespa para o estado do Rio Grande do Sul, Guerra *et al.* (2013) averiguaram se de fato a realização de operações de *hedge* proporcionam resultados efetivos acerca da utilização desta operação como forma de mitigar os riscos provenientes das oscilações nos preços.

O estudo concluiu que as séries em análise levaram a resultados relativamente baixos quanto à efetividade do *hedge*, mais precisamente, igual a 26,8%. Portanto, o resultado sugeriu que o *hedge* não é uma estratégia adequada para o gerenciamento de riscos para bovinocultura de corte do estado do Rio Grande do Sul.

Na comercialização da soja e do milho, merecem destaque os estudos sobre *hedge* de Santos *et al.* (2008), Tonin *et al.* (2009) e Oliveira Neto *et al.* (2009). Ao verificar a razão de variância mínima e efetividade de *hedge* para soja produzida no Estado de Goiás, Santos *et al.* (2008) computou uma razão de variância mínima de aproximadamente 0,45 e uma efetividade de 35% para a carteira protegida. Nessa perspectiva, porém para o mercado do milho na região de Maringá no estado do Paraná, Tonin *et al.* (2009) verificaram uma efetividade próxima a 30% com uma razão ótima em torno de 0,13.

Como no estudo de Tonin *et al.* (2009), a pesquisa de Oliveira Neto *et al.* (2009) procurou analisar as operações de *hedge* do milho produzido no estado de Goiás no mercado futuro da BM&F, e teve como ponto de partida a definição da razão ótima de *hedge* desta operação e sua respectiva efetividade. Notou-se que as operações de *hedge* do milho para o estado mitigam o risco de preços em aproximadamente 70%.

Um número bem menor de estudos aborda a administração do risco de preços na comercialização do etanol e do açúcar brasileiros, são eles, os de Baudier (2011) e de Gavotti (2012).

Com o objetivo de descobrir a melhor estratégia de *cross hedge* contra o risco de preço do etanol hidratado produzido no estado de São Paulo, usando contratos futuros negociados em bolsas internacionais, a pesquisa de Baudier (2011) procurou estimar a razão de *cross hedging* a partir de contratos futuros de açúcar e gasolina, visando descobrir se realmente o preço destas duas *commodities* tem correlações altas ou moderadas com o etanol hidratado.

O estudo chegou à conclusão de que o modelo de regressão baseado nos mínimos quadrados ordinários é o mais eficiente, pois conseguiu de maneira satisfatória reduzir a variância da carteira em 62%.

Ao abordar uma estratégia diferente de Baudier (2011), Gavotti (2012) analisou os melhores momentos para implantação da estratégia de *hedge*, de venda ou compra que os agentes de mercado podem vir a realizar. O trabalho avaliou as possibilidades de ganho com *hedging* através da análise do comportamento da base e do risco nos mercados de açúcar cristal e açúcar VHP (sigla em inglês referente ao termo *very high polarity*, traduzido para o português, polarização muito alta).

Gavotti (2012) concluiu que os dois mercados apresentam oportunidades para o *hedge* de venda tanto como para o de compra, pois foi observado que no período de entressafra, quando os estoques menores exercem maior pressão sobre os preços, o *hedge* de compra acumula ganhos, e um comportamento oposto é notado no período de safra, que com o aumento dos estoques, o preço tende a cair e as operações de *hedge* de venda iniciadas nesse período acumulam ganhos.

Com o intuito de aprofundar no contexto da fundamentação teórica e evidenciar a evolução dos estudos analisados, apresenta-se no quadro 2 os principais estudos sobre *hedge* de preços de *commodities* agrícolas realizados nos últimos 15 anos no Brasil (publicados em periódicos), e suas respectivas características em termos de definição da *commodity*, período em que os dados foram coletados e método utilizado para estimação da razão de *hedge* ótimo.

Nesta perspectiva, destaca-se principalmente a opção pelo uso de modelos de estimação do posicionamento ótimo no mercado futuro, estimados com base no método dos mínimos quadrados ordinários, mais precisamente, os modelos de Ederington (1979) de Myers e Thompson (1989).

Autor(es)/Ano	Commodity	Período	Dados	Método
Fileni <i>et al.</i> (1999)	Café arábica	Jan. 1995 – Dez. 1998	Diários	Modelo de Ederington (1979)
Fontes <i>et al.</i> (2005)	Café arábica	Set. 1994 – Jul. 2001	Diários	Modelo de Ederington (1979)
Guimarães (2005)	Boi gordo	Out. 2000 – Out. 2005	Diários e Semanais	Modelo de Myers e Thompson (1989)
Perobelli (2005)	Boi gordo	Out. 2000 – Mar. 2005	Diários	Teste de causalidade de Granger (1969)

Bitencourt <i>et al.</i> (2006)	Boi gordo	Out. 2001 – Out. 2004	Diários	Modelos de estimação baseados nos MQO e BEKK de Baba <i>et al.</i> (1990) e Engle e Kroner (1995)
Müller <i>et al.</i> (2008)	Café arábica	2000 – 2006	Diários	Modelos de estimação baseados nos MQO, VAR, VEC e BEKK de Baba <i>et al.</i> (1990) e Engle e Kroner (1995)
Santos <i>et al.</i> (2008)	Soja	Out. 2002 – Dez. 2005	Mensais	Modelo de Ederington (1979)
Oliveira Neto e Figueiredo (2008)	Boi Gordo	1997 – 2007	Mensais	Modelo de Myers e Thompson (1989)
Tonin <i>et al.</i> (2009)	Milho	Dez. 1996 – Nov. 2007	Semanais	Modelo de Myers e Thompson (1989)
Oliveira Neto, <i>et al.</i> (2009)	Milho	Mai. 2002 – Out. 2006	Mensais	Modelo Myers e Thompson (1989)
Baudier (2011)	Etanol hidratado e açúcar	4/1/2008 à 11/11/2011	Semanais	Modelo de Ederington (1979), EWMA e GARCH
Gavotti (2012)	Açúcar cristal e açúcar (VHP)	Mai. de 2003 até fevereiro de 2012	Diários	Base definida por Hull (2009) e coeficiente de variação
Oliveira Neto e Garcia (2013)	Boi Gordo	Jan. 2002 – Mai. 2011	Diários	Teste de cointegração de Johansen e Modelo vetorial de correção de erro
Guerra, <i>et al.</i> (2013)	Boi Gordo	Jan. 2005 – Nov. 2010	Mensais	Teoria do portfólio

Quadro 2 – Evolução das pesquisas de hedge agrícola no Brasil.

Fonte: Dados da pesquisa.

3. Metodologia

O presente estudo caracteriza-se como descritivo do tipo quantitativo e tem como ponto de partida o levantamento das séries de preços médios (médias mensais) futuros na BM&FBovespa e a vista da produção de açúcar. Os dados foram obtidos no endereço eletrônico do Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (CEPEA) da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ), da Universidade de São Paulo (USP).

As séries de preços a vista e futuros são cotadas em reais por saca de 50 quilogramas de açúcar referentes aos seguintes estados produtores: São Paulo, Minas Gerais (representado pela região do Triângulo Mineiro), Alagoas, e Pernambuco. A falta de dados referentes aos preços médios de comercialização do açúcar referentes ao estado de Goiás (segundo maior produtor de açúcar) impediu sua inserção nesta pesquisa. A série temporal abrange o período de novembro de 2007 a agosto de 2014.

Os preços futuros e a vista do açúcar foram organizados em séries temporais, com intuito de verificar o nível à estacionariedade das mesmas a partir do teste da raiz unitária aumentado de Dickey e Fuller (1981).

Com base na pesquisa de Fontes *et al.* (2005) e Oliveira Neto *et al.* (2010), a análise empírica tem início com a estimação da base média geral (equação 1) e risco de base (equação 2).

$$b_{MédiaGeral} = \frac{1}{n} \sum b_{t,T} \quad (1)$$

$$Rb = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum (b_{t,T} - b_{MédiaGeral})^2} \quad (2)$$

Onde: $b_{MédiaGeral}$ é o valor da base média percentual; b_t é o valor da base na data do vencimento dos contratos e Rb é o desvio padrão da base ou risco de base.

Ao visar atingir o objetivo principal do estudo foi estimada a razão de *hedge* ótima a partir da aplicação do modelo de Myers e Thompson (1989), representado pela equação (3):

$$\Delta S_t = \alpha + \delta \Delta F_t + \sum_{i=1}^p \beta \Delta S_{t-i} + \gamma \Delta F_{t-1} + u_t \quad (3)$$

Onde: ΔS_t , é o preço a vista do açúcar na primeira diferença no momento t ; ΔS_{t-i} , é o preço a vista do açúcar na primeira diferença no momento $t-i$; ΔF_t , é o preço futuro do açúcar na primeira diferença; ΔF_{t-i} , é o preço futuro do açúcar no momento $t-i$; α , é a constante da regressão; δ , é a razão de *hedge* ótima (h); e u_t , é o termo de erro.

Na sequência, será testada a hipótese nula e alternativa de efetividade do *hedging* conforme equação 4 do modelo de Ederington (1979). O indicador de efetividade do teste de hipótese pode atingir o valor máximo igual a 1,00, que indica 100% de mitigação dos riscos de preços.

$$e = 1 - \frac{\text{var}(H^*)}{\text{var}(U)} \quad (4)$$

Onde: e , é a efetividade do *hedging*; $\text{var}(U) = \sigma_s^2$, é a variância da carteira não protegida; $\text{var}(H^*) = \sigma_s^2 + h^2 \sigma_f^2 - 2h \sigma_{sf}^2$ é a variância mínima da carteira protegida; σ_f^2 , é a variância dos preços futuros; σ_{sf}^2 , é a covariância entre preços a vista e futuros; e h , é razão de *hedge* ótima. Ressalta-se que no caso da mitigação do risco, o nível máximo de risco a ser minimizado é de 1,0 (o que corresponde a 100% de redução do risco). Assim sendo, as hipóteses são:

H_0 : $e < 0,80$, a operação de *hedge* no mercado futuro não é efetivo, ou seja, não mitiga o risco em um nível mínimo desejável.

H_1 : $e \geq 0,80$, a operação de *hedge* no mercado futuro é efetivo, ou seja, mitiga o risco.

Neste caso, o indicador mínimo de efetividade para rejeição ou não das do teste de hipóteses terá como base a deliberação da CVM Nº. 604, que determina que resultados iguais ou superiores a 0,80 indicam que as operações de *hedge* são efetivas em termos de retorno. Para realização dos testes empíricos foi utilizado o software *Eviews 7.0*. Os dados e resultados serão avaliados conforme o rigor dos modelos estatísticos aplicados.

4. Resultados e discussões

Os resultados e a apresentação dos dados da pesquisa iniciam-se com a exposição do comportamento dos preços do açúcar no mercado futuro e a vista para os estados de São Paulo, Minas Gerais, Alagoas e Pernambuco, no gráfico 1.

Conforme ilustrado no citado gráfico, os preços do açúcar nos estados de São Paulo e Minas Gerais no período pesquisado se mantiveram bem próximos aos preços futuros, o que pode estar ligado ao fato da proximidade com a praça formadora dos preços futuros, que é a praça de Santos, no estado de São Paulo.

Já para as praças de Alagoas e Pernambuco, pode-se notar que os preços são bastante similares, mas, distantes dos preços futuros, principalmente no ano de 2010, que se caracteriza por uma queda significativa nos seus valores. Neste caso, sugere-se que a diferença de preços entre as praças nordestinas com os preços futuros se deve a aspectos como períodos diferentes de safra e entressafra com a praça do indicador de preços futuros, assim como as particularidades ligadas aos custos de produção, logísticos e de comercialização, locais.

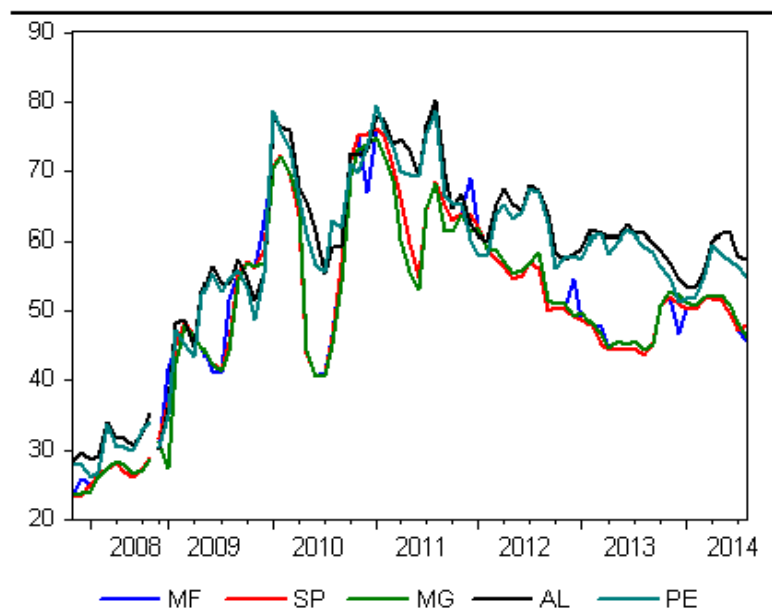


Gráfico 1 – Variação dos preços a vista e futuro do açúcar entre 2008 e 2014.

Notas: Mercado Futuro (MF), São Paulo (SP), Minas Gerais (MG), Alagoas (AL), Pernambuco (PE).

Fonte: Dados da pesquisa.

Como podem ser observados na tabela 1, os preços médios do açúcar no mercado futuro em Minas Gerais e em São Paulo são bem próximos. Entretanto, apesar dos preços médios de Alagoas e Pernambuco também apresentarem muita similaridade eles encontram-se distante em torno de 11% dos preços do mercado futuro e dos estados de São Paulo e Minas Gerais. Nota-se também que o desvio-padrão dos preços não apresenta diferenças significativas entre as praças e o mercado futuro.

Posteriormente, foram computadas as estatísticas descritivas dos preços a vista e futuros, que permitiu à avaliação das medidas de tendência central e de volatilidade, assim como a distribuição dos dados. Foi verificado que os preços médios nas praças do sudeste foram muito próximos aos preços futuros, diferente das praças do nordeste brasileiro, cujo os preços médios superaram em mais de 10% os preços futuros. O desvio-padrão dos preços foi de aproximadamente 13 reais para todas as praças pesquisadas. Apenas as séries de preços originais dos estados de Alagoas e Pernambuco apresentaram distribuição normal.

Tabela 1 – Estatística descritiva e teste de Jarque-Bera dos preços futuros e a vista do açúcar entre 2008 e 2014

	MF	SP	MG	AL	PE
Média	50,9241	50,7653	50,3844	57,9040	56,6144
Mediana	50,5700	50,3800	51,1400	60,0300	58,1000
Máximo	76,2900	76,2900	74,8800	80,3100	79,6000
Mínimo	23,2300	23,2300	23,5000	28,4000	26,0900
Desvio Padrão	13,3938	13,5127	13,2481	13,5222	13,5499
Assimetria	-0,22358	-0,17801	-0,29450	-0,75500	-0,71630
Curtose	2,56387	2,60286	2,61373	2,97781	2,97886
Jarque-Bera	1,28427	0,93636	1,63313	7,50696	6,75720
p-valor	0,52616	0,62613	0,44194	0,02343	0,03409

Observações 79 79 79 79 79

Notas: (FUT) Mercado Futuro, (SP) São Paulo, (MG) Minas Gerais, (AL) Alagoas e (PE) Pernambuco.

Fonte: Dados da pesquisa.

O estudo segue com a apresentação da correlação linear entre os preços a vista e futuros do açúcar na tabela 2. Essa estatística, embora não conclusiva a respeito da relação causal entre as variáveis, permite uma avaliação preliminar sobre a associação entre as séries de preços.

Tabela 2 – Correlação linear entre os preços futuros e os preços a vista do açúcar entre 2008 e 2014.

	FUT	SP	MG	AL	PE
FUT	1	0,9914*	0,9788*	0,8896*	0,8894*
SP		1	0,9914*	0,8985*	0,8970*
MG			1	0,9083*	0,9069*
AL				1	0,9942*
PE					1

Notas: (FUT) Mercado Futuro, (SP) São Paulo, (MG) Minas Gerais, (AL) Alagoas, (PE) Pernambuco e (*) significante estatisticamente ao nível de 1%.

Fonte: Dados da pesquisa.

Nota-se na tabela 2 que os preços a vista do açúcar no estado de São Paulo ($r \cong 0,99$) e Minas Gerais ($r \cong 0,98$) são forte e positivamente correlacionados com os preços do mercado futuro, o que sugere que o mercado futuro pode garantir um bom gerenciamento de risco no que tange a busca preço alvo objetivo. O mesmo foi verificado para os estados de Alagoas ($r \cong 0,89$) e Pernambuco ($r \cong 0,89$).

Outro destaque é a correlação quase “perfeita” entre São Paulo e Minas Gerais ($r \cong 0,99$) e entre Alagoas e Pernambuco ($r \cong 0,99$), o que pode ocorrer pelo fato de serem mercados muito similares e significativamente próximos. Como demarcado na tabela 2, todos os valores para correlação são significantes ao nível de 1%.

A análise sobre o comportamento dos preços a vista e futuros do açúcar tem continuidade com a verificação dos valores percentuais da base e risco de base para o açúcar nos estados de São Paulo, Minas Gerais, Alagoas e Pernambuco, ambas, estimadas por meio das equações 1 e 2. O comportamento temporal dos preços a vista e futuros e suas respectivas diferenças ao longo do tempo podem ser visualizados no gráfico 2, enquanto que a tabela 3 expõe a estatística descritiva dos valores referentes à base percentual dos preços do açúcar.

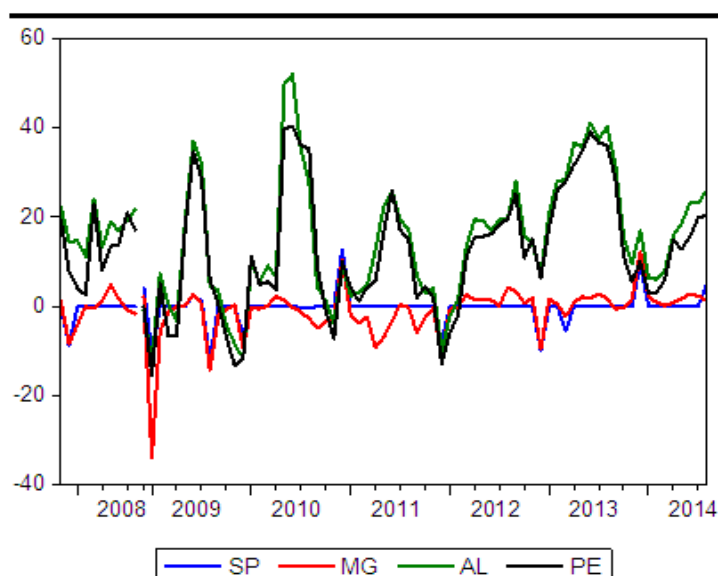


Gráfico 2 – Comportamento dos valores percentuais da base do açúcar entre 2008 e 2014.

Notas: São Paulo (SP), Minas Gerais (MG), Alagoas (AL), Pernambuco (PE).

Fonte: Dados da pesquisa.

Como pode ser observado no gráfico 2, os estados de São Paulo e Minas Gerais mantiveram seus percentuais da base muito próximos entre os anos de 2008 e 2014, e como já sugerido anteriormente um motivo desse comportamento pode ser o fato destes mercados serem muito próximos a praça formadora dos indicador do preço futuro.

Quanto ao estado de Minas Gerais, a base média próxima a zero também se deve a maior proximidade com a praça do indicador e, por consequência, os menores custos de carregamento. No caso da base média estimada para os estados de Alagoas e Pernambuco, esta pode ser creditada as relacionadas às diferenças dos períodos de safra e entressafra com os estados do sudeste, assim como, com as particularidades relacionadas à produção e comercialização nestas praças.

Tabela 3 – Estatística descritiva da base percentual dos preços do açúcar entre 2008 e 2014

	SP	MG	AL	PE
Base Média	-0,3350	-0,9383	15,2178	12,4677
Mediana da Base	0,0000	0,1229	15,4982	11,3185
Risco de Base	3,3272	5,5428	13,8184	13,5656
Assimetria	-0,5546	-2,8596	0,3385	0,2177
Curtose	9,3670	17,9858	2,9300	2,5237
Teste de <i>Jarque-Bera</i>	137,4922	846,8924	1,5249	1,3707
<i>p-valor</i>	0,0000	0,0000	0,4665	0,5039
Observações	79	79	79	79

Notas: (FUT) Mercado Futuro, (SP) São Paulo, (MG) Minas Gerais, (AL) Alagoas, (PE) Pernambuco.

Fonte: Dados da pesquisa

A tabela 3 indica uma base média bem diferente e distante entre os estados, onde os valores são negativos, mas bem próximos de 0, tanto para São Paulo quanto para Minas Gerais, e positivos em torno de 14% para Alagoas e Pernambuco. Já quanto ao risco de base, verificou-se que entre os estados tem-se uma grande diferença entre as estimativas para Alagoas e Pernambuco, que apresentaram um desvio padrão da base em torno de 13%, e em São Paulo e Minas Gerais, em que a estimativa de risco foi de 3,33% e 5,54%, respectivamente.

O estudo seguiu com o teste de estacionariedade para as séries de preços conforme proposto no item metodologia deste trabalho. Neste caso, a verificação da presença ou não da raiz unitária foi avaliada a partir do teste de *Phillips-Perron*, como mostra a tabela 4.

Ao analisar a tabela 4, pode-se perceber que o teste de *Phillips-Perron* em nível, não rejeitou a hipótese nula da presença de raiz unitária nas séries temporais dos preços a vista e futuros, ou seja, são não estacionárias na sua forma original. Contudo, o teste, na primeira diferença, rejeitou a hipótese nula, apontando que as séries são estacionárias na primeira diferença.

Tabela 4 – Teste da Raiz Unitária de Philips e Perron para os logaritmos dos preços futuros e a vista do açúcar

Série de Preços	Teste de Philips e Perron	Estatística (t)	<i>p – valor</i> (t)	Valores Críticos			AIC	SBC	HQC	DW
				1%	5%	10%				
FUT	N	-2,4585	0,1296	-3,5167	-2,8991	-2,5869	6,0225	6,0829	6,0466	1,3749
	1ºDif	-6,1669	0,0000	-3,5178	-2,8996	-2,5871	6,0114	6,0723	6,0358	1,9197
SP	N	-2,3909	0,1476	-3,5167	-2,8991	-2,5869	5,8384	5,8988	5,8625	1,0233
	1ºDif	-4,7790	0,0002	-3,5178	-2,8996	-2,5871	5,6528	5,7137	5,6771	1,7466
MG	N	-2,3097	0,1715	-3,5167	-2,8991	-2,5869	6,0078	6,0683	6,0320	1,3093
	1ºDif	-5,9816	0,0000	-3,5178	-2,8996	-2,5871	5,9753	6,0362	5,9996	1,9144
AL	N	-2,3361	0,1635	-3,5167	-2,8991	-2,5869	5,8649	5,9253	5,8891	1,8026
	1ºDif	-8,0508	0,0000	-3,5178	-2,8996	-2,5871	5,9416	6,0025	5,9660	1,9630
PE	N	-2,2736	0,1830	-3,5167	-2,8991	-2,5869	5,9175	5,9779	5,9417	1,7609
	1ºDif	-7,9869	0,0000	-3,5178	-2,8996	-2,5871	5,9898	6,0507	6,0142	1,9500

Notas: (N) equação do teste em nível e (1ºDif) equação do teste na primeira diferença.

Fonte: Dados da pesquisa

Conforme os dados da citada tabela, os valores da estatística d de *Durbin e Watson* se apresentaram muito próximo a 2, o que indica que as séries de preços não apresentam problemas de autocorrelação na primeira diferença.

Com a finalidade de atingir o objetivo principal do estudo, o posicionamento ótimo no mercado futuro foi estimado a partir do emprego do modelo de Myers e Thompson (1989) para estimação da razão de *hedge*, conforme exposto na tabela 5, onde se podem também visualizar os resultados referentes aos testes de hipótese de efetividade do *hedging*.

Tabela 5 – Razão e efetividade do *hedge* pela aplicação do modelo de Myers e Thompson

	SP	MG	AL	PE
A	0,0495	0,0502	0,2272	0,2199
δ	0,9275*	0,8965*	0,5062*	0,5058*
β	0,4587*	0,4650*	0,4940*	0,5049*
γ	-0,4763*	-0,4879*	-0,2859*	-0,2243*
Estatística F	322,3917	154,6719	45,9844	42,2728
p-valor (F)	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
R ²	0,9298	0,8641	0,6540	0,6347
e_h	0,9269**	0,8585**	0,6397^{nr}	0,6197^{nr}
LV	-123,4356	-155,6066	-186,1585	-190,2336
AIC	3,3100	4,1456	4,9392	5,0450
SBC	3,4318	4,2674	5,0609	5,1668
DW	2,0381	1,8798	1,2442	1,2497

Notas: (α) é a constante da regressão do modelo de variância mínima, (δ) é a razão de *hedge* ótima “ h ”, (SP) São Paulo, (MG) Minas Gerais, (AL) Alagoas, (PE) Pernambuco, (LV) Log-verossimilhança, (AIC) critério de informação de Akaike, (SBC) critério de informação de Schwarz, (DW) estatística d de Durbin e Watson e (*) significante estatisticamente ao nível de 1%, (e_h) é a efetividade do *hedging*, (^{nr}) não rejeita a hipótese nula $e_h < 0,80$ e rejeita a hipótese alternativa $e_h \geq 0,80$ e, (**) rejeita a hipótese nula $e_h < 0,80$ e não rejeita a hipótese alternativa $e_h \geq 0,80$.

Fonte: Dados da pesquisa.

Conforme se observa na tabela 5, a razão ótima de *hedge* em São Paulo foi de aproximadamente 0,92 e em Minas Gerais de 0,89, já para os outros estados analisados essa estimativa foi bastante inferior em termos de posicionamento a ser tomado no mercado futuro. No caso de Alagoas e Pernambuco a razão de *hedge* estimada foi de algo em torno de 0,50.

Sugere-se que parte dessa diferença se deve a distância entre as praças produtoras do nordeste e a praça de Santos, contemplada como indicadora para os preços do mercado futuro do açúcar. Assim como para a razão de *hedge* estimada, os demais coeficientes do modelo de Myers e Thompson (1989) estimados apresentaram significância estatística ao nível de 1%.

Comparado aos resultados das pesquisas, Fileni *et al.* (1999), que analisaram a efetividade do *hedging* e estimaram a base do café arábica em Minas Gerais usando contratos futuros da BM&F, e apontou para uma alta efetividade em redução do risco de preços, com destaque para a região do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, em que a efetividade estimada foi de 75% e 80%, respectivamente, verificou-se que os resultados da presente pesquisa para o mercado do açúcar se posicionaram acima em termos de mitigação do risco de preços.

Contudo, ressalta-se que no estudo de Fileni *et al.* (1999) foi empregado o modelo de Ederington (1979) para estimação da razão de *hedge*, método que apesar de também basear-se nos mínimos quadrados ordinários para fins de cálculo da razão ótima, é considerado inadequado para casos em que as séries de preços são não estacionárias.

Ao avaliar os resultados do presente estudo comparando-se aos obtidos por Oliveira *et al.* (2009), para o gerenciamento do risco de preços do milho produzido no estado de Goiás no mercado futuro da BM&F, nota-se que os resultados em efetividade para o açúcar produzido na região sudeste foram superiores em efetividade as estimadas para o mercado do milho,

mais precisamente de algo em torno de 19% superior em mitigação do risco de preços. Em termos de proximidade, ambos os estudos estimaram o posicionamento ótimo a ser tomado no mercado futuro pela aplicação do Modelo de Myers e Thompson (1989).

5. Conclusões

O presente estudo teve como objetivo principal verificar se a efetividade das operações de *hedge* do açúcar na BM&FBovespa na mitigação do risco dos preços para os estados de São Paulo, Alagoas, Pernambuco e para a região do Triângulo Mineiro, no estado de Minas Gerais, por meio da negociação de contratos futuros.

Após o levantamento dos preços do açúcar no mercado futuro da BM&FBovespa e os preços a vista para os estados de São Paulo, Minas Gerais, Alagoas e Pernambuco, no período de novembro de 2007 a agosto de 2014, realizou-se uma análise sobre o comportamento dos mesmos.

Em seguida, os preços a vista dos estados de São Paulo e Minas Gerais foram avaliados quanto à sua relação linear. Os resultados apontaram para um alto índice de associação entre os preços dessas praças com os preços futuros, mais precisamente, de 99% e 98%, em respectivo.

No que tange ao objetivo principal da pesquisa, a mitigação do risco das operações de *hedge* no mercado futuro do açúcar da BM&FBOVESPA estimadas a partir da aplicação das razões ótimas estimadas pelo modelo de Myers e Thompson (1989) apontou para rejeição da hipótese nula e não rejeição da hipótese alternativa de efetividade de *hedge*. Neste, merece destaque a alta capacidade de mitigação do risco, que foi de aproximadamente 93% e 85% para os estados de São Paulo e Minas Gerais, em respectivo.

Para os estados de Alagoas e Pernambuco, a hipótese nula não foi rejeitada, uma vez que os valores estimados para efetividade ficaram abaixo de 80%. No caso dos estados da região nordeste, os testes empíricos para mitigação do risco de preços do açúcar com as operações de *hedge* atingiram valores abaixo de 65%, o que torna a operação inviável para mitigação do risco de preço para os agentes envolvidos na produção e comercialização na cadeia produtiva do açúcar destas praças.

Por fim, destaca-se a abundância de métodos que podem ser utilizados para testar a efetividade das operações de *hedge*, e a importância de se dar continuidade a pesquisas que tenham por finalidade contribuir para a gestão do risco de preços de *commodities* agrícolas produzidas no Brasil.

6. Referências

BAUDIER, C. **Efetividade do *cross-hedging* na gestão do risco de preço de etanol.** Trabalho de Conclusão (Engenharia de Produção) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo USP, São Paulo, 2011.

BIOSEV. **Setor sucroalcooleiro.** Set. de 2013. Disponível em <http://ri.biosev.com/biosev/web/conteudo_pt.asp?idioma=0&conta=28&tipo=30884> Acesso em: 22 mai. 2014.

BITENCOURT, W. A.; SILVA, W. S.; SÁFADI, T. *Hedge* dinâmicos: Uma evidência para os contratos futuros brasileiros. **Organizações Rurais & Agroindustriais.** Lavras, v. 8, n. 1, p. 71-78, 2006.

BOLSA DE VALORES, MERCADORIAS E FUTUROS – BM&FBOVESPA. **Mercado Futuro:** Conceitos e definições. São Paulo: BM&F, 2007. 47 p.

Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada. CEPEA. **Exportação do agronegócio.** Cepea. 2013. Disponível em www.cepea.esalq.usp.br/comunicacao/Cepea_export_Fev14.doc. Acesso em: 21 mai. 2014.

DICKEY, D. A.; FULLER, W. A. Likelihood ratio statistics for autoregressive time series with a unit root. **Econometrica**. v. 49, p. 1057-1072, 1981.

DUTRA, F. **Liquidez nos mercados futuros de açúcar e etanol no Brasil: possível alcançar.** Disponível em: <http://www.bmfbovespa.com.br/pt-br/download/Liquidez-nos-Mercados-Futuros-de-Acucar-e-Etanol-no-Brasil.pdf> Acesso em: 03 jul. 2014.

EDERINGTON, L. H. The hedging performance of the new futures markets. **Journal of finance**. v.34, n.1, p.157–170, 1979.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Externo.** EMBRAPA. 2008. Disponível em: http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONTAG01_57_22122006154840.html Acesso em: 09 jul. 2014.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Processamento da cana-de-açúcar.** EMBRAPA. 2008. Disponível em <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONTAG0110222122006154841.html> Acesso em: 01 de jun. 2014.

FILENI, D. H.; MARQUES, P. V.; MACHADO, H. M.; O risco de base e a efetividade do *hedge* para o agronegócio do café em Minas Gerais. **Revista de Administração da UFLA**. v. 1, n. 1, p. 42-50, Jan/Jun., 1999.

FONTES, R. E. *et al.* Estratégia de comercialização em mercados derivativos - descobrimento de base e risco de base da cafeicultura em diversas localidades de Minas Gerais e São Paulo. **Ciência e Agrotecnologia**. Lavras, v. 29, n. 2, p. 382-389, mar./abr., 2005.

GAVOTTI, F. S. M. **Oportunidades de hedge no mercado de açúcar: Uma análise por meio da base.** 2012. 66 f. Dissertação (Mestrado em Agroenergia) - Escola de Economia de São Paulo-FGV-EESP, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária EMBRAPA, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”-ESALQ/USP, São Paulo, 2012.

GUERRA, R. R.; DÖRR, A. C.; FREITAS C. A. A efetividade do *hedge* para o mercado de boi gordo nas praças do Rio Grande do Sul. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**. v. 11, n. 11, p. 2462-2478, Jun. 2013.

GUIMARÃES, R. L.; **Razão ótima de hedge em função do horizonte de hedge e da periodicidade dos dados: uma aplicação no mercado de boi gordo brasileiro.** 2005. 88 f. Dissertação (MPFE) - Escola de Economia de São Paulo, São Paulo, 2005.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA PECUÁRIA E ABASTECIMENTO – MAPA. **Cana-de-açúcar.** MAPA. 2009. Disponível em <http://www.agricultura.gov.br/vegetal/culturas/cana-de-acucar> Acesso em: 08 jun. 2014.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA PECUÁRIA E ABASTECIMENTO – MAPA. **Exportação.** MAPA. 2009. Disponível em <http://www.agricultura.gov.br/vegetal/exportacao>. Acesso em: 10 mai. 2014.

MÜLLER, C. A. S. MOURA, A. D. LIMA, J. E. Análise comparativa entre estratégias de *hedge* com base em modelos estáticos e dinâmicos para contratos futuros de café Arábica. In: XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural. Rio Branco: jul. 2008. **Anais...** Rio Branco: 2008. p. 1-21.

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

OLIVEIRA NETO, O. J. FIGUEIREDO, R. S. MACHADO, A. G. Efetividade de hedge e razão ótima de hedge para cultura do milho no estado de Goiás. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**. Taubaté, v. 5, n. 2, p. 115-138, Mai-Ago., 2009.

OLIVEIRA NETO, O.J.; FIGUEIREDO, R. S.; **Análise das operações de *hedge* do boi gordo no mercado futuro da BM&F para o estado de Goiás**. 2008. 80f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Agronegócios, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2008.

OLIVEIRA NETO, O.J.; GARCIA, F.G.; *Cross hedging* do novilho argentino no mercado futuro do boi gordo brasileiro. **Custos e @gronegocio on line**. v. 9, n. 2, p. 117-151, Abr/Jun 2013.

PEROBELLI, F. S. As relações entre os preços a vista e futuro: evidências para o mercado de boi gordo no Brasil. CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, XLIII, 2005, Ribeirão Preto - SP. **Anais...** Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural, 2005.

SANTOS, M.P.; BOTELHO FILHO, F. B.; ROCHA, C. H. Hedge de mínima variância na BM&F para soja em grãos no Centro-Oeste. **Revista da Sociedade e Desenvolvimento Rural**. v. 1, n. 1, p. 203-211, 2008.

TONIN, J. M. BRAGA, M. J. COELHO, A. B. 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 (ano 33), p. 117-142, jan./abril 2009.