

**AVALIAÇÃO DE ESTRATÉGIAS DE HEDGE PARA A SOJA DO CENTRO-OESTE
USANDO CONTRATOS FUTUROS DO CME GROUP: ANÁLISE DO PERÍODO
2004 A 2013**

André Ricardo Reis Costa

Programa de Pós Graduação em Contabilidade e Controladoria
Universidade Federal do Amazonas andrecoستا@ufam.edu.br

Lawrêncio Tálío de Araújo

Programa de Pós Graduação em Contabilidade e Controladoria
Universidade Federal do Amazonas lawrencioaraujo@ufam.edu.br

João Gomes Martines Filho

Pós-Doutor. University of Illinois at Urbana-Champaign
Universidade de São Paulo. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”
martines@usp.br

Waldemar Antônio Rocha de Souza

Livre-Docente em Economia Aplicada
Universidade Federal do Amazonas
warsouza@ufam.edu.br

Pedro Valentim Marques

Livre-Docente em Economia Aplicada
Universidade de São Paulo. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”
pvmarque@usp.br

RESUMO

Reafirmou-se a importância da sojicultura para a economia brasileira. A região mais importante para a cultura é o Centro-Oeste, registrando mais da metade da produção nacional em 2012. Assim, validou-se o uso de mercados futuros agropecuários, para que a cultura do grão use um instrumento eficaz para mitigar o risco de preços. Portanto, analisou-se o uso do contrato futuro de soja do CME GROUP com vencimento em março como instrumento de mitigação de risco para os agentes da cadeia da soja do Centro-Oeste brasileiro, destacando-se os principais pólos agentes de cada estado. Foram traçadas diferentes estratégias de *hedge*, estimando e comparando-se as efetividades. Concluiu-se pela não efetividade do contrato como instrumento de *hedge*. Portanto, os agentes da cadeia da soja do Centro-Oeste devem buscar outros instrumentos para mitigar risco de preços.

Palavras-chave: *Hedge*, soja, Centro-Oeste brasileiro, CME GROUP

ABSTRACT

Reaffirmed the importance of soybean production for the Brazilian economy. The most important region for the soybean in Brazil is the Midwest, logging more than half of national output in 2012. Thus validated the use of agricultural futures markets, so that the culture of grain use an effective instrument to mitigate price risk. Therefore, we analyzed the use of soybean futures contract CME GROUP maturing in March as a tool to mitigate risk to the agents of soybeans Brazilian Midwest chain, highlighting the main poles agents in each state. Different hedging strategies were drawn, estimating and comparing the effectivities. It was concluded that the ineffective contract as a hedging instrument. Therefore, the agents of soybean Midwestern chain must seek other instruments to mitigate price risk.

Keywords: Hedge, soybeans, brazilian Midwest, CME GROUP

1. INTRODUÇÃO

O setor agropecuário é relevante para a economia brasileira. Atualmente o PIB agropecuário brasileiro é o quarto maior do mundo (USDA, 2013). Nesse contexto, o cultivo da soja pode ser apontado como um dos mais importantes vetores da economia brasileira. A produção de soja no Brasil cresceu 594% de 1977 a 2008 (CONAB, 2010). Em 2012 expressou 31% da produção mundial, alcançando o mesmo patamar dos E.U.A., o principal *player* internacional, com a possibilidade de ultrapassá-lo na safra 2013/2014 (USDA, 2013; CONAB, 2013; AgRural, 2013; IMEA, 2013). Em 2012 constituiu 40% da parcela representada pelo agronegócio na economia brasileira, sendo a região Centro-Oeste a mais destacada, registrando mais da metade da produção nacional (IBGE, 2013).

Diante do volume produzido, a sojicultura do Centro-Oeste sujeita-se ao risco de preço. Somente em Sorriso (MT), o município brasileiro com maior produção, o preço da soja no mercado físico oscilou de R\$41 a R\$61 em 2013. Considerando a época da colheita em um intervalo de cinco anos, o preço da soja naquela praça oscilou de R\$23 a R\$44 de março de 2010 a março de 2013, quando se dissiparam os mais graves efeitos da crise de 2008, com variação de 91% (CEPEA, 2013). Tal cenário aponta a necessidade dos agentes da cadeia da soja do Centro-Oeste usarem instrumentos para mitigar o risco de preço.

Por outro lado, a literatura tem apontado os mercados futuros como eficientes instrumentos de mitigação de risco de preço (WORKING, 1953; POWERS, 1970; TELSER, 1981; MYERS, SEXTON e TOMEK, 2011). O uso dos mercados futuros foi suficientemente validado e a questão pertinente sobre o tema é escolher qual estratégia de uso dos contratos futuros (EDERINGTON, 1979; KAHL, 1983; MYERS e THOMPSON 1989; CHEN, LEE e SHRESTHA, 2003).

Especificamente para os agentes da sojicultura do Centro-Oeste brasileiro uma alternativa para uso de mercados futuros seria o contrato de soja da BM&FBOVESPA, em São Paulo. Entretanto, apesar da eficiência em um portfólio gerenciado com *hedge* simultâneo ter sido apontada por Souza (2010), os baixos volumes de negociação podem ser um fator a desestimular o uso, conforme apontado por Margarido, Oliveira e Souza (2006) e Leão *et al* (2013). Ainda, Souza (2010) enunciou a possibilidade de uso do contrato de opções de soja do CME GROUP em Chicago para prever a volatilidade dos preços físicos da soja de Rondonópolis (MT).

Assim, o objetivo da pesquisa foi avaliar a efetividade de *hedge* do risco de preço da soja do Centro-Oeste usando contratos futuros do CME GROUP, de Chicago, EUA. Especificamente, objetivou-se: i. descrever as estratégias e modelos de *hedge* potenciais para os agentes da cadeia da soja das principais praças do Centro-Oeste, Sorriso (MT), Rio Verde (GO) e Maracaju (MS) com os contratos do CME GROUP; ii. calcular as efetividades das estratégias sem *hedge*, *hedge* simples (*naïve*), *hedge* estático, *hedge* com modelo de correção de erros (LIEN, 1996) e *hedge* dinâmico; e, iii. comparar as efetividades das estratégias de *hedge*, propondo alternativas para os agentes da soja do Centro-Oeste. Em particular, examinou-se o contrato do CME GROUP com vencimento em março, visto ser o mês da colheita da soja do Centro-Oeste (IMEA, 2013).

A seguir, na próxima seção relatam-se as pesquisas aplicadas aos mercados futuros, com enfoque nas estratégias de *hedge* da soja brasileira. Na seção três descreve-se a metodologia utilizada e os dados arrolados. Na seção quatro discutem-se os resultados do cálculo das efetividades de *hedge* e as comparações. Por fim, na conclusão aponta-se a estratégia mais eficiente e a relevância para mitigar risco de preço da soja do Centro-Oeste.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Os mercados futuros e as estratégias de *hedge*

Apesar dos mercados futuros serem um fenômeno antigo, remetendo ao mercado chinês de arroz do século XV, as pesquisas acadêmicas são recentes, iniciaram-se no século XX com Keynes (1923, 1930), Irwin (1935), Kaldor (1939), Dow (1940), Blau (1944), Working (1948, 1953, 1960), Hicks (1946), entre outros. De forma simplificada, a operacionalização consiste em antecipações de compra e venda de produtos padronizados de forma que os operadores evitem as oscilações de preço em determinado período (HULL, 2009).

No início, o enfoque dos estudos era estimar os motivos pelos quais os participantes operavam os mercados futuros. Keynes (1923) e Hicks (1946) julgaram ser a transferência de risco a principal motivação para uso dos mercados futuros, como a diferença entre os preços físicos e futuros, a chamada base, sendo um prêmio que os agentes pagavam para os especuladores assumirem o risco. Outros, como Working (1933, 1948, 1953, 1962,...), apontaram que a base resultaria de custos como armazenagem e transporte, e, portanto haveria espaço para os próprios agentes obterem retorno com as operações no mercado futuro.

Entretanto, registrou-se que o *hedge*, a proteção contra o risco de flutuações nos preços, é a operação fundamental de qualquer mercado futuro (WILLIAMS, 2001). A potencial eficiência dos contratos futuros para *hedge* tem sido validada em pesquisas aplicadas (TELSER, 1958, 1960; COOTNER, 1960; GRAY, 1960; 1961; EDERINGTON, 1979; TELSER, 1981; STEIN, 1961; KOLB, 1992). Em síntese, para evitar o risco, um agente vende o total da produção no mercado futuro. Por outro lado, para lucrar o agente assume ou evita a exposição, e ainda equilibra a aversão ao risco e a busca pelo retorno, *hedgendo* parte da produção, analogamente à teoria do portfólio de Markowitz (1952).

Nesse contexto, expressa-se a questão analisada pelas pesquisas em mercados futuros agropecuários, qual seja, estimar a parcela da posição que os agentes deveriam negociar nos mercados futuros para *hedgear* os estoques, minimizando os riscos e maximizando os retornos. De outro modo, qual a razão ótima de *hedge* para efetividade máxima do portfólio. (EDERINGTON, 1979;). Aplica-se então a teoria do portfólio de Markowitz (1952) aos mercados futuros de *commodities*, conforme Johnson (1960) e Stein (1961).

De forma sintética, Garcia e Leuthold (2004) identificaram três diferentes abordagens na aplicação da teoria do portfólio aos mercados futuros para o cálculo da razão ótima de *hedge*. A incondicional formulava o *hedge* ótimo com regressões dos preços à vista e futuros. Myers e Thompson (1989) condicionavam as regressões ao conteúdo informacional das defasagens de preços à vista, futuros e da base. A terceira empregava correções de erros na cointegração entre os preços à vista e futuros quando da presença de raiz unitária. Lien (1996)

assumia que a razão ótima variava no tempo, considerando as defasagens das variâncias condicionais e das covariâncias em modelos M-GARCH.

Assim, os trabalhos conceituais e empíricos apontaram evoluções em econometria e validado a aplicação da teoria do portfolio ao *hedge* com contratos futuros, particularmente usando soja norte-americana. Por exemplo, Bera, Garcia e Roh (1997) registraram como inapropriados os modelos da abordagem estática para *hedge* da soja norte-americana. Aplicaram modelos dinâmicos B-GARCH com coeficiente autorregressivo randômico e identificaram maior efetividade, com queda na variância do portfolio.

Entretanto, Park e Jei (2010) aplicaram modelo semelhante, o B-GARCH com correlação condicional dinâmica, para analisar a efetividade dos contratos de soja e milho negociados em Chicago, no período de 1997 a 2001. Apontaram que a razão ótima poderia inscrever a volatilidade e em consequência perder efetividade. Localizaram-se resultados ambíguos também no mercado brasileiro, com oportunidades para futuras pesquisas.

2.2 Estratégias de *hedge* com contratos futuros no mercado brasileiro.

A literatura sobre *hedge* de soja no Brasil é escassa. Existem poucas pesquisas sobre o tema. Especificamente quanto ao *hedge* da soja no Centro-Oeste identificaram-se poucos estudos.

Dentre os estudos arrolados identificaram-se três linhas de conclusões. Uma registrou a efetividade dos contratos de soja da BM&FBOVESPA, superior aos contratos do CME GROUP, outros traçaram estratégias eficientes. Em contraste, outros autores expressaram motivos para usar o contrato do CME GROUP em Chicago. Em outra linha explicou-se o baixo uso de contratos futuros pelos sojicultores brasileiros.

Quanto ao baixo uso de instrumentos de *hedge* pelos sojicultores brasileiros, as pesquisas marcaram exposição ao risco dos preços da soja. Nesse sentido, Silva, Sáfydi e Castro Júnior (2005), usaram modelagem ARCH para examinar a volatilidade dos retornos dos preços à vista da soja no período de 1957 a 2002. Inscreveram que a alta volatilidade justificava constituir políticas para estimular o uso de instrumentos de *hedge* pelos agentes da cadeia.

De forma geral, Borsato, Nonato e Pimenta (2013) entrevistaram agentes de diversas culturas em diferentes regiões, identificando o excesso de confiança como o principal motivo para os agentes brasileiros não fazerem operações de *hedge* na comercialização das colheitas.

De forma semelhante, Mühlen, Cezar e Costa (2013) entrevistaram agentes de Maracaju (MS) e registraram a necessidade de assessoria técnica de profissionais confiáveis. Também Moraes, Cezar e Souza (2011) entrevistaram agentes de Rio Verde (GO) e expressaram a falta de divulgação dos mercados futuros e desconfiança, cuja relação direta com as corretoras era incipiente. Souza Júnior (2006) ainda apontou o baixo nível de escolaridade dos agentes de Sinop (MT) e Lucas do Rio Verde (MT).

Em outro ponto, examinou-se a eficiência do contrato futuro de soja negociado na BM&FBOVESPA. Destacadamente, Souza (2010) analisou a estratégia de *hedge* estático de mínima variância simultâneo de preços e câmbio à produção de Rondonópolis (MT) com contrato de soja da BM&FBOVESPA, com dados de 2004 a 2009. Testou o modelo com

simulações de Monte Carlo, concluindo que a estratégia com *hedge* era mais eficiente que a estratégia sem *hedge*.

Em adição, outros estudos validaram o uso do contrato de soja da BM&FBOVESPA ou descartaram o uso do contrato do CME GROUP em Chicago. Por exemplo, Tonin, Tonin e Tonin (2008) examinaram dados físicos da soja em Maringá (PR) e Paranaguá (PR) e futuros da BM&FBOVESPA e do CME GROUP Chicago de 2003 a 2008, com periodicidade semanal. Aplicaram modelo em primeira diferença defasado proposto por Myers e Thompson (1989) para calcular a efetividade e a razão ótima de *hedge*. Identificaram maior eficiência dos contratos da BM&FBOVESPA para redução do risco de preço.

Conclusões semelhantes foram apontadas por Rocha *et al* (2010), que traçaram o *hedge* estático com variância mínima usando o contrato da BM&FBOVESPA para a soja comercializada em Paranaguá de 2005 a 2006, estimando efetividade de 46% e uma razão ótima de 65%. Em intervalo de tempo semelhante, de 2006 a 2008, Bortolon (2008) apontou eficiência do contrato BM&FBOVESPA para *hedge* com trava dos preços para mitigar risco de preços dos agentes do norte do Rio Grande do Sul.

Por fim, Medeiros, Cunha e Wande (2013), estimaram a razão ótima de *hedge* para a soja de Sorriso (MT) e Rio Verde (GO). Aplicaram mínimos quadrados ordinários para calcular a razão ótima de *hedge* estático de variância mínima, com dados de 2005 a 2010. Validaram o modelo de Myers e Thompson (1989) com defasagem de preços futuros, registrando 69% de razão ótima e 53% de efetividade, para Sorriso (MT), e 54% de razão ótima e 42% de efetividade, para Rio Verde (GO).

Por outro lado, alguns estudos identificaram a superioridade do contrato do CME GROUP em relação ao da BM&FBOVESPA. A principal razão apontada foi o baixo volume dos negócios operados na bolsa brasileira, que pode dificultar a reversão de posições pelos agentes (MARGARIDO, OLIVEIRA e SOUZA, 2006; LEÃO *et al*, 2013).

No sentido de validar o uso do contrato de soja do CME GROUP, há estudos para regiões específicas. Guerra *et al* (2010) examinaram preços da soja de Tupanciretã (RS) de 2004 a 2010 para analisar a efetividade do contrato da BM&FBOVESPA. Calcularam a razão ótima com modelo próprio, derivado de Myers e Thompson (1989), registrando resultados não satisfatórios para a efetividade, com 22% de efetividade a uma razão ótima de 14%.

Em adição, Chiodi *et al* (2005) compararam a efetividade do contrato de soja BM&FBOVESPA com do CME GROUP para a soja comercializada em Cascavel (PR) e Sorriso (MT) de 2003 a 2004. Calcularam a razão ótima por meio de mínimos quadrados ordinários. Os resultados favoreceram o uso do contrato da BM&FBOVESPA pelos agentes de Cascavel (PR) e do contrato do CME GROUP pelos agentes de Sorriso (MT).

Outros estudos descartaram o uso do contrato da soja da BM&FBOVESPA. Borello (2004) apreciou a estratégia traçada pela Cooperativa Tríticola Mista do Alto Jacuí (RS) usando testes de disparidades de preços e diferenças de médias de preços dos mercados *spot*, a termo e futuros. A estratégia usou somente o contrato de soja do CME GROUP e mostrou-se efetiva.

De forma geral, Martins e Aguiar (2004) analisaram a efetividade do contrato de soja do CME GROUP para diversas praças. Registraram níveis de efetividade para os vencimentos em julho e agosto. Posteriormente, Maia e Aguiar (2010) traçaram estratégias de *hedge* com o contrato de soja do CME GROUP para diversas regiões brasileiras considerando apenas as oscilações na base. Concluíram que para cada praça havia diferentes oportunidades de ganho com contratos de diferentes vencimentos.

Enfim, registrou-se que não há consenso quanto ao uso do contrato da BM&FBOVESPA ou do CME GROUP em Chicago para *hedgear* a soja brasileira. Assim, o ineditismo do presente trabalho demonstra-se por analisar período extenso, de 2004 a 2013, na variedade dos modelos de razão ótima de *hedge* usados, e por examinar as praças de soja relevantes de cada estado do Centro-Oeste.

3. METODOLOGIA E DADOS

Nesta seção explicam-se os modelos usados para traçar estratégias de *hedge* da soja do Centro-Oeste com o contrato de março do CME GROUP em Chicago conforme a teoria do portfólio. Serão também registrados os dados manipulados e as fontes.

3.1 PORTFOLIOS SINTÉTICOS DE POSIÇÃO À VISTA E FUTURA

Calculou-se o *hedge* simples (*naïve*), estático, método de cointegração com correção de erros e o dinâmico GARCH/BEKK (GARCIA e LEUTHOLD, 2004; CHEN, LEE e SHRESTHA, 2003; SOUZA, 2013).

O primeiro modelo, o *hedge* simples ou *naïve*, constitui a exposição total do portfólio ao contrato futuro, sujeitando-se ao risco na variância da base, conforme a Equação 01:

$$V(\tilde{R}_p) = c^2[\sigma_s^2 + \sigma_f^2 - 2\sigma_{sf}] \quad (\text{Eq. 1})$$

Em que c é o valor da posição, σ_s^2 a variância dos retornos da posição à vista, σ_f^2 a variância dos retornos da posição no mercado futuro e σ_{sf} é a covariância entre as variações dos preços a vista e futuros (retornos).

O segundo modelo, o estático de mínima variância, segundo Leuthold, Junkus e Cordier (1989) *apud* Souza (2013) define-se pela Equação 02:

$$X_f^* = -X_s \frac{\sigma_{sf}}{\sigma_f^2} \quad (\text{Eq. 2})$$

Em que a razão ótima, ou $\frac{\sigma_{sf}}{\sigma_f^2} = \beta^*$ pode ser estimada pela Equação 03:

$$\Delta S_t = \alpha + \beta \Delta F_t \quad (\text{Eq. 3})$$

Onde S_t são preços no mercado a vista, F_t preços no mercado futuro, α , β são os parâmetros a estimar e Δ primeira diferença dos preços.

Porém, Bera, Garcia e Roh (1997) recordaram a não efetividade dos modelos estáticos de *hedge*. Entretanto, Park e Jei (2003) reafirmaram a necessidade de usar a abordagem estática, pois a volatilidade das razões ótimas calculadas por GARCH poderiam prejudicar a efetividade da estratégia.

Em alternativa, empregou-se a cointegração entre os preços físicos e futuros, a relação de equilíbrio a longo prazo. Ao omitir a cointegração aumenta-se o custo para o *hedger*. E a razão ótima será menor que o esperado, com prejuízos à efetividade (LIEN, 2004; ADAMI, BENDINELLI, SOUZA e MARQUES, 2012). Silva, Santo e Silva (2003) registraram a presença de cointegração entre os preços da soja brasileira e norte-americana de 1995 a 2002, usando teste de Engle e Granger (1987).

Assim, aponta-se o modelo proposto por Lien (1996) para calcular a razão ótima de *hedge* em um período t pela Equação 04:

$$Cov(\varepsilon_{st}, \varepsilon_{ft}) / Var(\varepsilon_{ft}) = h \quad (\text{Eq. 4})$$

Onde h pode ser identificado na Equação 05:

$$\Delta S_t = \alpha + \sum_{i=1}^m \beta \Delta S_{t-i} + \sum_{j=1}^n \gamma \Delta F_{t-j} + \theta z_{t-1} + h \Delta F_t + v_t \quad (\text{Eq. 5})$$

Onde z_t é o resíduo da regressão de cointegração, aplicada à base.

Quanto ao último modelo, considerou-se o fato de que a variância da razão ótima não é constante no tempo. Portanto, constituiu-se a estratégia de *hedge* para estimar a relação dinâmica. Calculou-se então a razão ótima de *hedge* com um modelo GARCH (BOLLERSLEV, 1986; ENGLE, 2001 *apud* SOUZA, 2013). Usou-se o modelo GARCH-BEKK, no qual o conjunto informacional disponível no período t pode ser expresso pela matriz de covariâncias condicionais H_t , expressa por (SOUZA, 2013):

$$\varepsilon_t = H_t^{1/2} v_t, \quad (\text{Eq. 6})$$

$$H_t = C'C + \sum_{i=1}^q A_i' \varepsilon_{t-i} \varepsilon_{t-i}' A_i + \sum_{j=1}^p B_j' H_{t-j} B_j \quad (\text{Eq. 7})$$

Onde C , A , B são matrizes ($k \times k$) de parâmetros, com $k = 2$ no caso bivariado, C é uma matriz triangular superior, p e q são as ordens do modelo e k é o número de séries usadas (SOUZA, 2013).

Assim, definindo-se o conjunto informacional, o modelo GARCH-BEKK permite por suas configurações generalizadas calcular a taxa ótima de *hedge* (SOUZA, 2013):

$$\beta^*_t = Cov(\Delta S_t, \Delta F_t | \Omega_{t-1}) / Var(\Delta F_t | \Omega_{t-1}) \quad (\text{Eq. 8})$$

Em que:

β^*_t é a taxa de *hedge* dinâmico (ótimo);

S = preços no mercado a vista;

F = preços no mercado futuro;

Δ = primeira diferença dos preços;

Ω_{t-1} = conjunto informacional no período t-1.

Ainda, com a razão ótima de *hedge* o modelo GARCH-BEKK calcula-se um vetor, usando a matriz de covariância condicional, conforme equação 09:

$$\beta_t^* = h_{21,t} / h_{22,t} \quad (\text{Eq. 9})$$

Em que h_{ij} , pode ser estimado com a seguinte representação matricial (SOUZA, 2013):

$$\begin{bmatrix} h_{11,t} & h_{12,t} \\ h_{21,t} & h_{22,t} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} c_{11} & 0 \\ c_{21} & c_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} c_{11} & c_{21} \\ 0 & c_{22} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{bmatrix}' \begin{bmatrix} \varepsilon_{1,t-1}^2 & \varepsilon_{1,t-1}\varepsilon_{2,t-1} \\ \varepsilon_{2,t-1}\varepsilon_{1,t-1} & \varepsilon_{2,t-1}^2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{bmatrix} + \\ \begin{bmatrix} b_{11} & b_{12} \\ b_{21} & b_{22} \end{bmatrix}' \begin{bmatrix} h_{11,t-1} & h_{12,t-1} \\ h_{21,t-1} & h_{22,t-1} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} b_{11} & b_{12} \\ b_{21} & b_{22} \end{bmatrix}$$

Em adição, o uso do modelo GARCH-BEKK no Brasil não é inédito. Souza (2013) comparou estratégias de *hedge* ao café de diferentes localidades usando contrato da BM&FBOVESPA. A estratégia dinâmica, calculada pelo modelo GARCH-BEKK resultou em maior efetividade.

Por fim, recorda-se que as séries são não estacionárias. Portanto, antes de aplicar o modelo GARCH-BEKK testou-se a ocorrência de raiz unitária com o teste *Augmented Dickey-Fuller* - ADF (DICKEY, FULLER, 1979), o teste de cointegração de Johansen (1988) e a ocorrência de heterocedasticidade de White (1980) (SOUZA, 2013).

Em sequência, estimou-se E^* , a efetividade do *hedge* das diferentes estratégias, medindo a redução percentual da variância do portfólio (LEUTHOLD; JUNKUS; CORDIER, 1989 *apud* SOUZA, 2013), conforme equação 10:

$$E^* = \frac{\text{Var}(S) - \text{Var}(R^*)}{\text{Var}(S)} = 1 - \frac{\text{Var}(R^*)}{\text{Var}(S)} \quad (\text{Eq. 10})$$

Onde:

$\text{Var}(R^*)$ = variância do portfólio sintético de risco mínimo, com *hedge* de variância mínima ou dinâmico;

$\text{Var}(S)$ = variância do portfólio sem *hedge*.

Dessa forma, supondo $X_s = 1$ e usando a razão elementar de *hedge* ótimo $\frac{\sigma_{sf}}{\sigma_f^2} = \beta^*$, obtém-se a variância do portfólio sintético com posição de *hedge* ótimo (SOUZA, 2013):

$$Var(R^*) = \sigma_s^2 - \frac{\sigma_{sf}^2}{\sigma_f^2} \quad (\text{Eq. 12})$$

Identificando a variância pode-se simplificar a Equação 10 conforme a Equação 13:

$$E^* = \frac{\sigma_{sf}^2}{\sigma_s^2 \sigma_f^2} \quad (\text{Eq. 13})$$

E assim, com a Equação 13 calculou-se a efetividade de *hedge* das estratégias traçadas de acordo com os diferentes modelos de razão ótima.

3.2 DADOS

Arrolaram-se séries de preços diários da soja em R\$/saca de 60 kgs dos mercados à vista de Sorriso (MT) e Rio Verde (GO), manipulando-as para séries semanais centradas nas segundas-feiras; fonte: ESALQ (2013);

Arrolaram-se as séries de preços mensais da soja em R\$/saca de 60 kgs de Maracaju (MS); fonte: Agrolink (2013). Periodicidade semanal não disponível;

Arrolaram-se as séries de preços semanais dos contratos futuros de soja com vencimento em março do CME-GROUP em US\$/bushel (sigla SH), convertidas em mensais com médias centradas no último dia para analisar os preços mensais da Maracaju (MS); fonte: Barchart (2014);

Os valores em dólares americanos foram convertidos em reais pela cotação de compra PTAX800; fonte: BACEN (2013).

Usou-se o contrato de março do CME GROUP porque no período ocorre a comercialização da soja do Centro-Oeste (IMEA, 2013).

O período analisado foi de 01.03.2004 a 10.10.2013, escolhido de forma não probabilística, por acessibilidade e conveniência. Justifica-se a escolha do período pela acessibilidade dos dados, bem como pela inclusão da crise financeira do *subprime* em 2008, alterando os níveis e volatilidade dos preços das commodities (EUROPEAN COMMISSION, 2009 *apud* SOUZA, 2013). Analisaram-se 470 observações para os dados semanais de Sorriso (MT) e Rio Verde (GO) e 108 observações para os dados mensais de Maracaju (MS).

Em adição, para fins ilustrativos, resumem-se as principais características operacionais dos contratos futuros de soja do CME GROUP no Quadro 1, em anexo.

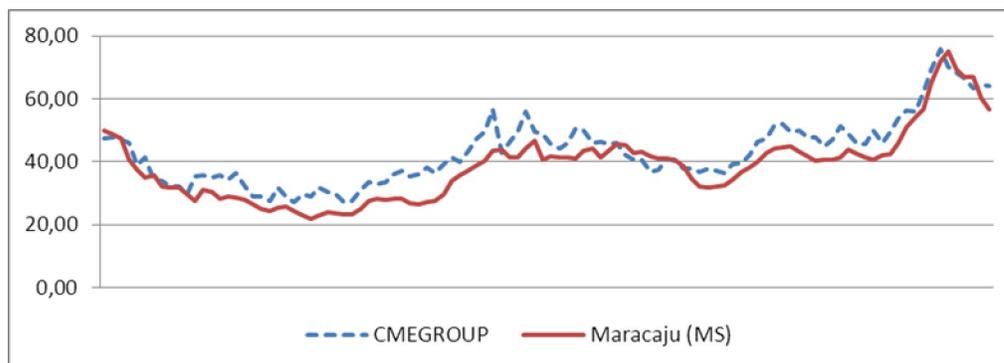
Na próxima seção apontam-se os resultados, discutindo os pontos mais relevantes.

4. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

As observações foram manipuladas com o *software Eviews v. 8*, calculando-se estatística descritiva os resultados dos testes de raiz unitária e de heterocedasticidade e dos modelos de *hedge* ótimo.

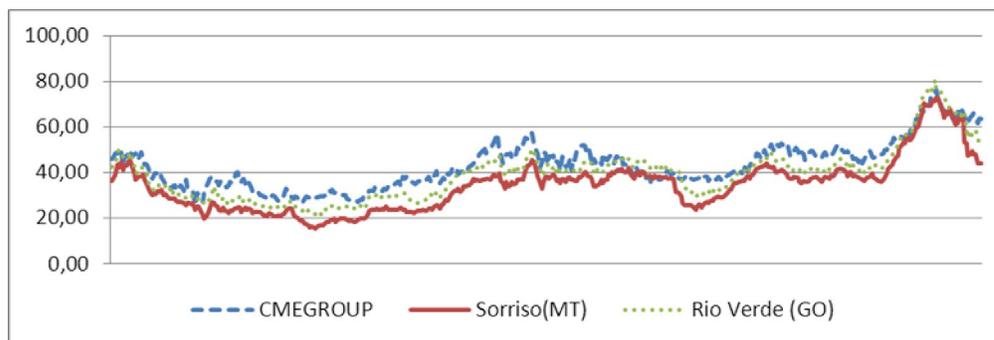
Os gráficos ilustram a evolução dos preços à vista em relação ao contrato do CME GROUP. Em seguida a Tabela 01 ilustra a estatística descritiva das séries.

Gráfico 01: Preços à vista mensais da soja de Maracaju (MS) e futuros do contrato de soja de março do CME GROUP. De 03.2004 a 03.2013. Em R\$ por saca de 60 Kg.



Fonte: Elaborado pelo autor com dados da pesquisa

Gráfico 02: Preços à vista da soja de Sorriso (MT), Rio Verde (GO) e futuros do contrato de soja de março do CME GROUP. De 03.2004 a 03.2013. Em R\$ por saca de 60 Kg.



Fonte: Elaborado pelo autor com dados da pesquisa

Tabela 01: Estatística descritiva das séries de preços da soja à vista em Rio Verde (GO), Sorriso (MT), Maracaju (MS) e futuros de março do CME GROUP. De 03.2004 a 03.2013. Em R\$ por saca de 60 Kg.

	CME GROUP	Rio Verde (GO)	Sorriso (MT)	Maracaju (MS)
Média	43.00634	39.06194	34.34285	38.63204
Mediana	41.65090	40.53000	35.98000	40.47500
Máximo	75.95982	80.67000	73.00000	75.01000
Mínimo	25.44147	21.30000	15.49000	22.01000
Desvio padrão	10.27870	11.59585	11.55271	11.24112

Skewness	0.740930	1.034606	0.997624	0.963724
Custose	3.368493	4.484111	4.398578	4.175585
Jarque-Bera	45.66237	126.9827	116.2669	22.93676
Probabilidade	0.000000	0.000000	0.000000	0.000010
Somatório	20212.98	18359.11	16141.14	4172.260
Sum Sq. Dev.	49550.60	63063.49	62595.10	13520.81
Observações	470	470	470	108

Fonte: Elaborada pelo autor com dados da pesquisa

Em análise preliminar, sublinham-se os patamares dos preços das três praças. Sorriso (MT) aponta um patamar inferior à Maracaju (MS) e Rio Verde (GO), provavelmente por ser a praça mais distante do porto de Paranaguá (PR). Marca-se também que os valores máximos inscritos por Rio Verde (GO) e Maracaju (MS) assemelharam-se ou superaram os valores máximos do CME GROUP.

A seguir, expressam-se os resultados do teste de raiz unitária *Augmented Dickey-Fuller* – ADF (DICKEY; FULLER, 1979). Para as séries em nível foi aplicado o modelo com intercepto e tendência. Para os preços em primeiras diferenças foi aplicado o modelo sem intercepto ou tendências. As tabelas a seguir ilustram os resultados:

Tabela 02. Teste de hipótese de existência de raiz unitária. Preços em nível e em primeiras diferenças. Preços a vista de Maracaju (MS) e preços futuros de março da soja do CME GROUP. Mensais. De 03.2004 a 03.2013. Em US\$ por saca de 60 kgs.

	Valores críticos em nível	t-Estatística em nível	Valores críticos em primeiras diferenças	t-Estatística em primeiras diferenças
1% level	-4.046925		-2.586960	-6.336909
5% level	-3.452764		-1.943882	
10% level	-3.151911	-3.421232	-1.614731	

Fonte: Elaborada pelo autor com dados da pesquisa.

Tabela 03. Teste de hipótese de existência de raiz unitária. Preços em nível e em primeiras diferenças. Preços a vista de Rio Verde (GO) e Sorriso (MT) e preços futuros de março da soja do CME GROUP. Semanais. De 03.2004 a 03.2013. Em US\$ por saca de 60 kgs.

	Valores críticos em nível	t-Estatística em nível Rio Verde (GO)	t-Estatística em nível Sorriso (MT)	Valores críticos em primeiras diferenças	t-Estatística em primeiras diferenças Rio Verde (GO)	t-Estatística em primeiras diferenças Sorriso (MT)
1% level	-3.977830			-2.586960	-12.96776	-12.05025
5% level	-3.419474			-1.943882		
10% level	-3.132332	-2.813485	-2.938671	-1.614731		

As tabelas 02 e 03 validam a existência de raiz unitária para as séries em primeiras diferenças. Os P-Valores não registraram níveis relevantes. Entretanto, a existência de cointegração deve ser examinada pelo teste de Johansen (1988). Conforme Tabela 04, os resultados do teste de Johansen (1988) apontam a existência de cointegração na relação das séries das três praças com as séries do CME GROUP. Portanto, valida-se o modelo de correção de erros de Lien (1996).

Tabela 04. Teste de cointegração de Johansen (1988). Preços à vista semanais de Rio Verde (GO) e Sorriso (MT) e mensais de Maracaju (MS) e preços futuros de março da soja do CME GROUP. De 03.2004 a 03.2013. Em US\$ por saca de 60 kgs.

	Maracaju (MS) vs. CME GROUP	Rio Verde (GO) vs. CME GROUP	Sorriso (MT) vs. CME GROUP
Trace	0	1	1
Max-Eig	1	1	1

A seguir, aplicou-se o teste de heterocedasticidade conforme White (1980) (SOUZA, 2013). Os gráficos a seguir ilustram os resíduos das regressões. As tabelas arrolam os resultados, apontando o nível de robustez a validar o modelo de *hedge* dinâmico GARCH-BEKK diagonal.

Gráfico 16: Resíduos das regressões entre os preços mensais da soja de Maracaju (MS) e os preços futuros de março da soja do CME GROUP. De 03.2004 a 03.2013. Em R\$ por saca de 60 Kg.

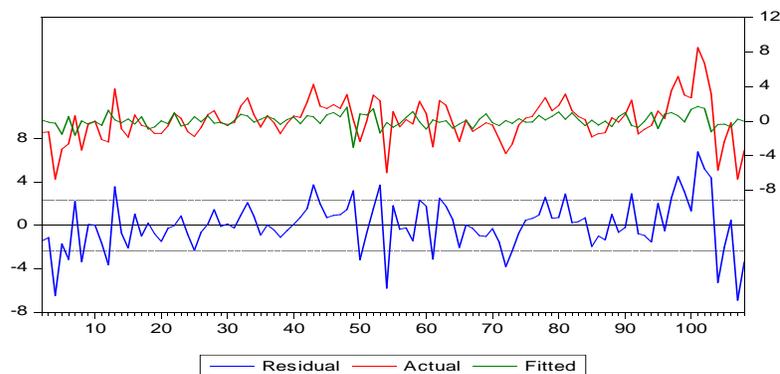


Gráfico 17: Resíduos das regressões entre os preços semanais da soja de Rio Verde (GO) e os preços futuros de março da soja do CME GROUP. De 03.2004 a 03.2013. Em R\$ por saca de 60 Kg.

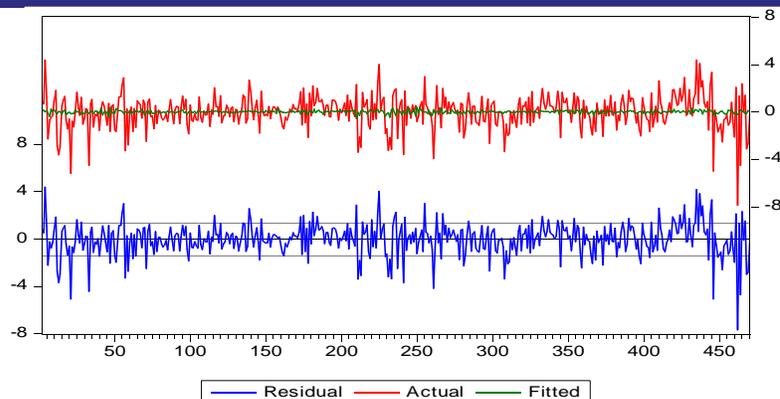


Gráfico 18: Resíduos das regressões entre os preços semanais da soja de Sorriso (MT) e os preços futuros de março da soja do CME GROUP. De 03.2004 a 03.2013. Em R\$ por saca de 60 Kg.

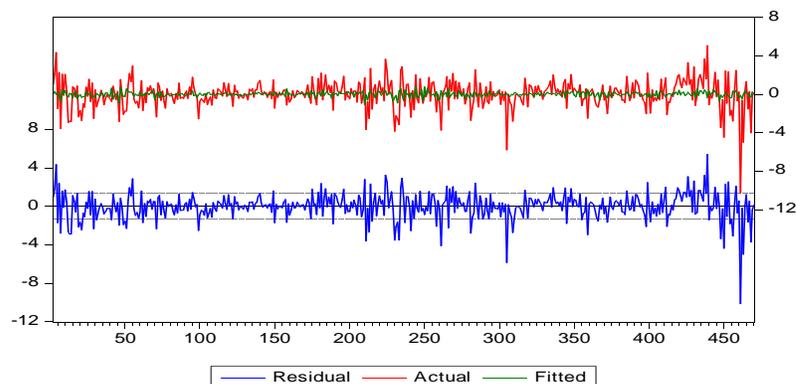


Tabela 08. F-estatística e P-Valor dos testes de heterocedasticidade de White (1980) às regressões

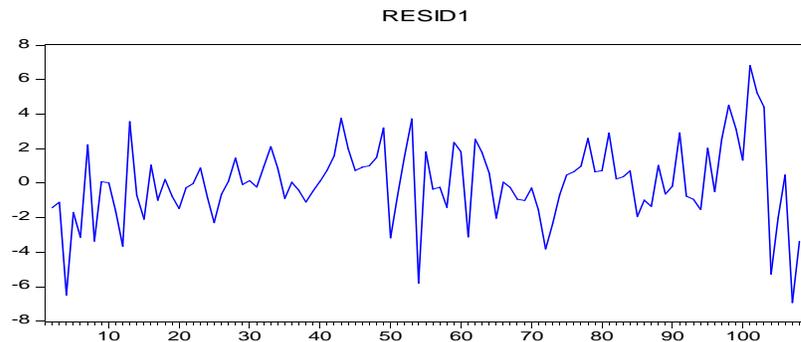
	F-Estatística	P-Valor
Maracaju (MS) X CME	1.949178	0.0674
Rio Verde (GO) X CME	1.840636	0.0674
Sorriso (MT) X CME	0.500444	0.3348

Fonte: Elaborada pelo autor com dados da pesquisa.

Assim, aponta-se heterocedasticidade para as regressões das séries do CME GROUP com as séries de Maracaju (MS) e Rio Verde (GO), com P-Valor próximo a 0,05. A F-Estatística é baixa e o P-Valor da regressão da série do CME GROUP com a série de Sorriso (MT) é muito superior a 0,05, apontando ausência de heterocedasticidade e falta de robustez ao aplicar o modelo de *hedge* dinâmico GARCH-BEKK diagonal à praça de Sorriso (MT).

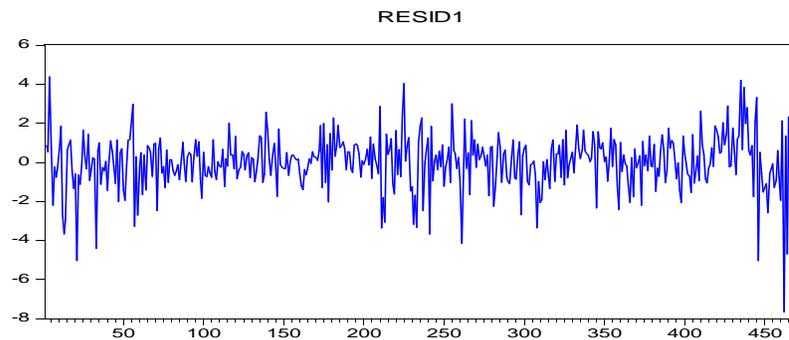
Ainda, pelo teste de Dickey-Fuller identificou-se que todas as séries são cointegradas em primeiras diferenças, validando a aplicação do modelo de *hedge* ótimo com cointegração de erros conforme Lien (1996). Os gráficos ilustram a raiz unitária dos resíduos das regressões:

Gráfico 19: Raiz unitária dos resíduos das regressões entre os preços à vista mensais da soja de Maracaju (MS) e os preços mensais futuros de março da soja do CME GROUP. De 03.2004 a 03.2013. Em R\$ por saca de 60 Kg.



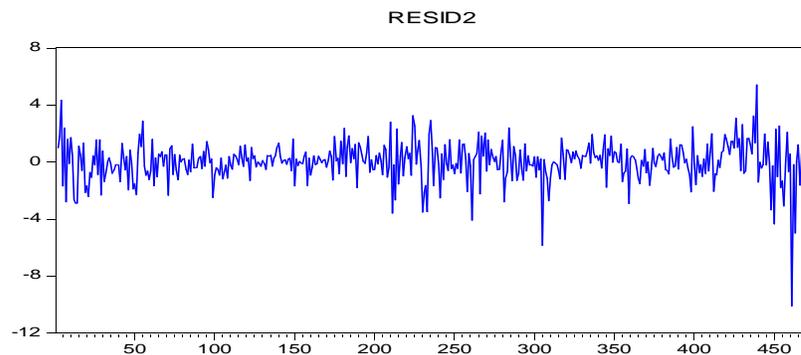
Fonte: Elaborado pelo autor com os dados da pesquisa.

Gráfico 20: Raiz unitária dos resíduos das regressões entre os preços à vista semanais da soja de Rio Verde (GO) e os preços semanais futuros de março da soja do CME GROUP. De 03.2004 a 03.2013. Em R\$ por saca de 60 Kg.



Fonte: Elaborado pelo autor com os dados da pesquisa.

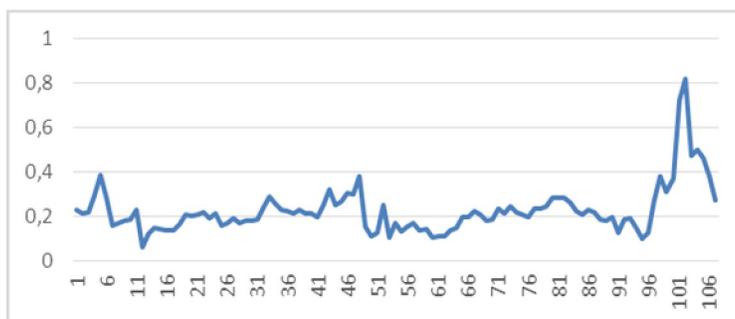
Gráfico 21: Raiz unitária dos resíduos das regressões entre os preços à vista mensais da soja de Sorriso (MT) e os preços semanais futuros de março da soja do CME GROUP. De 03.2004 a 03.2013. Em R\$ por saca de 60 Kg.



Fonte: Elaborado pelo autor com os dados da pesquisa.

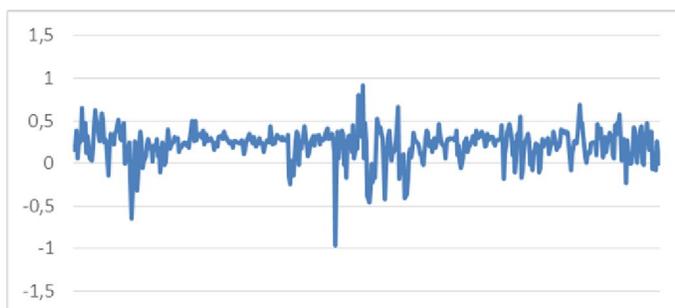
Por fim, aplicou-se modelo GARCH-BEKK diagonal para estimar as razões ótimas de *hedge*. Os resultados devem ser apreciados conforme a robustez apontada pelos testes de heterocedasticia. Os gráficos abaixo ilustram as dinâmicas das razões estimadas:

Gráfico 22: Evolução da razão ótima do *hedge* dinâmico para soja de Maracaju (MS) com o contrato futuro de soja do CME GROUP vencível em março. Modelo GARCH-BEKK diagonal. Mensais. De 03.2004 a 03.2013. Índice decimal por observação.



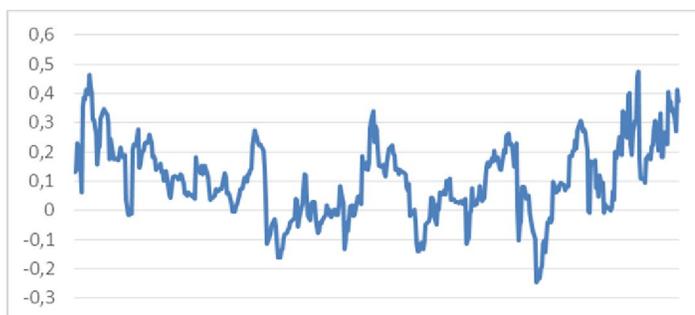
Fonte: Elaborado pelo autor com os dados da pesquisa.

Gráfico 22: Evolução da razão ótima do *hedge* dinâmico para soja de Rio Verde (GO) com o contrato futuro de soja do CME GROUP vencível em março. Modelo GARCH-BEKK diagonal. Semanal. De 03.2004 a 03.2013. Índice decimal por observação.



Fonte: Elaborado pelo autor com os dados da pesquisa.

Gráfico 23: Evolução da razão ótima do *hedge* dinâmico para soja de Sorriso (MT) com o contrato futuro de soja do CME GROUP vencível em março. Modelo GARCH-BEKK diagonal. Semanal. De 03.2004 a 03.2013. Índice decimal por observação.



Fonte: Elaborado pelo autor com os dados da pesquisa.

Em síntese, o quadro abaixo ilustra a variância inscrita aos portfólios constituídos com os diferentes modelos de razão ótima, a razão ótima de cada portfólio e a eficiência de cada estratégia traçada. Identificou-se baixa efetividade. Os portfólios com *hedge* expressaram níveis de variância superiores ou semelhantes aos registrados pelo portfólio sem *hedge*. Para todas as praças, a estratégia menos eficiente foi o *hedge naïve*, sublinhando maiores perdas na exposição total ao instrumento de *hedge*.

Por outro lado, o *hedge* com correção de erros de cointegração de Lien (1996) inscreveu a estratégia mais eficiente, apontando maior redução da variância em todas as praças.

Gráfico 21: Raiz unitária dos resíduos das regressões entre os preços à vista mensais da soja de Sorriso (MT) e os preços semanais futuros de março da soja do CME GROUP. De 03.2004 a 03.2013. Em R\$ por saca de 60 Kg.

Praça	Parâmetros	Sem hedge	H naïve	H estático	H MCE	H dinâmico
R Verde	Variância	1.9079	4.8807	1.8917	1.8907	1.9895
	H*	-	100%	6.84%	6.82%	Variável
	Eficiência	-	-155.8%	0.8%	0.9%	-4.28%
Sorriso	Variância	1.9432	4.4764	1.8829	1.8810	1.9203
	H*	-	100%	13.20%	13.4%	Variável
	Eficiência	-	-130.4%	3.1%	3.2%	-0.6%
Maracaju ¹	Variância	5.7740	11.6092	5.2404	5.0176	5.4331
	H*	-	100%	22.5%	20.1%	Variável
	Eficiência	-	-101.1%	9.24%	13.1%	5.90%

A próxima seção enuncia as conclusões do trabalho.

5. RESUMO E CONCLUSÕES

No presente trabalho, avaliou-se a efetividade do contrato futuro de soja do CME GROUP vencível em março como instrumento para *hedge* do risco de preço da soja do Centro-Oeste brasileiro. Descreveram-se, com a literatura localizada, as estratégias de *hedge* de risco de preços aplicáveis aos sojicultores. Constituíram-se portfólios sintéticos de acordo com os modelos de razão ótima de *hedge*. Por fim, compararam-se as efetividades de cada portfólio, apreciando a redução da variância.

O estudo é relevante porque além da importância da sojicultura para a economia nacional, as previsões apontaram a probabilidade da safra 2013/2014 constituir ocasião favorável para a soja brasileira, com safra recorde e preços elevados. Os problemas da safra americana elevaram os preços nos mercados físicos e futuros. Assim, os agentes puderam negociar com os altos preços do mercado futuro em fins de 2013 para de março de 2014, evitando a queda de preços no mês de colheita, com altas margens. Os demandantes puderam comprar a colheita, com os altos preços futuros praticados no final de 2013, para proteger

contra elevações, capazes de ocorrer em quebras de safra decorrentes de pragas ou intempéries.

Entretanto, os resultados da pesquisa não validam o uso do contrato futuro de soja do CME GROUP com vencimento em março para *hedge* de risco de preços de Maracaju (MS), Sorriso (MT) e Rio Verde (GO). Especificamente, identificou-se ineficiência das estratégias traçadas. Por exemplo, o *hedge naïve* registraria a maior exposição do produtor à eventual ineficiência do instrumento de *hedge* e a análise apontou as maiores taxas de variância e ineficiência. Também, o *hedge* estático apontou níveis insignificantes de eficiência, embora mais elevados aos agentes de Sorriso (MT). Formula-se conclusão idêntica aos níveis de eficiência da estratégia com correção de erros de Lien (1996). Por fim, o modelo GARCH-BEKK diagonal apontou ineficiência para Maracaju (MS) e Rio Verde (GO), com eficiência insignificante para Sorriso (MT).

Entre as possíveis causas da ineficiência do contrato futuro de soja do CME GROUP para *hedge* de soja do Centro-Oeste brasileiro pode-se avaliar os períodos de fortalecimento da base das três praças, o risco cambial, marcando necessidade de aplicar *hedge* simultâneo, a baixa sincronia de preços, a concorrência com o mercado a termo e *over-the-counter*, ou mesmo a falta de conhecimento dos mercados futuros.

Por fim, identificam-se diversas oportunidades para futuras pesquisas. É necessário avaliar estratégias de *hedge* simultâneo de risco de preços e risco cambial para a soja do Centro-Oeste. Também, as estratégias de *hedge* podem seguir outras linhas que não a teoria do portfolio de Markowitz (1952), mas apreciando a base ou constituindo estratégias por categorias de *hedge*, como o *hedge* de armazenamento, operacional, seletivo e antecipatório. As pesquisas empíricas devem então testar diversas alternativas para reduzir o risco de preço a que se expõem os agentes da sojicultura brasileira.

Referências

- BAILLIE, R. T.; MYERS, R. J. Bivariate Garch estimation of the optimal commodity futures hedge. **Journal of Applied Econometrics**, Malden, v. 6, n. 2, pp. 109-124, 1991.
- BERA, A. K.; GARCIA, P.; ROH, J. S. **Sankhyā: The Indian Journal of Statistics**, Kolkata (Índia), v. 59, n. 3, p. 346- 368, 1977.
- BARChart. Dados das séries temporais da soja futuros. Disponível em: <http://www.barchart.com>. Acesso em: 20.12.13.
- BOLLERSLEV, T. Generalized autoregressive conditional heteroskedasticity. **Journal of Econometrics**, Amsterdã, v. 31, p. 307-327, 1986.
- BORELLA, J. B. **O hedge utilizando contratos futuros como estratégia de gestão de risco de preço da soja - um estudo de caso da Cooperativa Triticula Mista Alto Jacui Ltda**. Dissertação de mestrado, Faculdade de Ciências Econômicas, UFRGS, Porto Alegre, 2004
- BORSATO, J. M. L. S.; NONATO, G. L., PIMENTA, D. P. O Excesso de Confiança dos Produtores de Soja no Brasil e o Uso de Contratos Futuros. SEMEAD Seminários em Administração. Out/2013. **Anais...**
- BORTOLON, A. **Estudo das estratégias de hedge tradicional e ativo com contratos futuros de soja BM&F**. Monografia. UFRS, Porto Alegre, 2008.
- CAMINHA, V.; DIAS, F. Mercado futuro de soja na BMF e CBOT: Uma análise no período de 2005 a 2007. SOBER Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia Rural, Campo Grande, 2010, **Anais...**

CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA - CEPEA. Universidade de São Paulo. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Piracicaba (SP) Estatísticas de indicadores de preços agropecuários.

CHIODI, L.; GERALDINI JR., E. A.; MARQUES, P. V.; MARTINES-FILHO, J. G. Análise da efetividade de *hedging* com os contratos futuros de soja na BM&F e CBOT. SOBER Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia Rural, Ribeirão Preto, 24 a 27 de Julho de 2005, **Anais...**

CONAB. Série histórica da soja no Brasil - 1976 a 2010. Disponível em <http://www.mapa.gov.br/conab>. Acesso em 20.12.2013

DICKEY, D. A.; FULLER, W. A. Distribution of the estimators for autoregressive time series with a unit root. **Journal of the American Statistical Association**, Alexandria, v. 74, n. 366, p. 427-431, 1979.

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

ENGLE, R. F.; GRANGER C. W. J.. Co-Integration and Error Correction: Representation, Estimation, and Testing. **Econometrica**, Malden, Vol. 55, No. 2 (Mar., 1987), pp. 251-276

ENGLE, R. F.; KRONER, K. F. Multivariate simultaneous generalized Arch. **Econometric Theory**, Cambridge, v. 11, n. 1, p. 122-150, 1995.

ENGLE, R. GARCH 101: the use of ARCH/GARCH models in applied econometrics. **Journal of Economic Perspectives**, Pittsburgh, v. 15, n. 4, p. 157-168, 2001.

FAMA, E. F. Efficient capital markets: a review of theory and empirical work. **The Journal of Finance**, Chicago, v. 25, n. 2, p. 383-417, 1970.

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

GARCIA, P.; LEUTHOLD, R. M. A selected review of agricultural commodity futures and options markets. **European review of agricultural economics**. V. 31 (3) (2004) pp. 235-272.

HULL, J. **Options, futures and other derivatives**. Pearson-Prentice Hall Ed., pp. 814, 7ª ed., 2008.

IBGE, Produção Agrícola Municipal. Disponível em <http://www.ibge.gov.br> Acesso em 20.12.2013

INSTITUTO MATO-GROSSENSE DE ECONOMIA AGROPECUÁRIA. Boletim Semanal. Disponível em www.imea.com.br. Acesso em 20.12.13

JOHNSON, L. L. The theory of hedging and speculation in commodity futures. **The Review of Economic Studies**, Estocolmo, v. 27, n. 3, p. 139-151, 1960.

JOHNSON, R. L.; ZULAUF, C. R.; IRWIN, S. H.; GERLOW, M. E. The soybean complex spread: an examination of market efficiency from the viewpoint of a production process. NCR-134 Conference on Applied Commodity Price Analysis, Forecasting, and Market Risk Management. 1990. **Anais ...**. Disponível em: <http://www.farmdoc.uiuc.edu/nccc134>.

JOHANSEN, S. Statistical analysis of cointegration vectors. **Journal of Economic Dynamics and Control**. 12 (1988) 231-254. North-Holland

JOHNSON, L.L. The theory of hedging and speculation in *commodity* futures. **Review of Economic Studies**, Oxford v. 27, n. 3 p. 139-151, 1960

KRONER, K. F.; SULTAN, J. Time-varying distributions and dynamic hedging with foreign currency Futures. **The Journal of Financial and Quantitative Analysis**, Seattle, v. 28, n. 4, p. 535 -551, 1993.

KAHL, K. H. Determination of the recommended hedging ratio. **American Journal of Agricultural Economics**, Milwaukee, v. 65, n. 3, p. 603-605, 1983.

- LEÃO, I. A.; VIEIRA, R. P.; MELO, D. R. A.; SOUZA, W. A. R. Comparativo entre mercados futuros agropecuários internacionais. **Revista de Ciências Administrativas**, Fortaleza, v. 19, n. 1, p. 380-402, jan/jun 2013.
- LIEN, D. The effect of the cointegration relationship on futures hedging: a note. **Journal of Futures Markets**, 16: 773-780
- LIEN, D. Cointegration and the optimal hedgeratio: the general case. **The Quarterly Review of Economics and Finance**, 44 (2004) 654-658
- LIEN, D. A note on the superiority of the OLS hedge ratio. **The Journal of Futures Markets**, v. 25, n. 11, p. 1121-1126, 2005.
- LIEN, D.; YANG, L Asymmetric effect of basis on dynamic futures hedging: empirical evidence from commodity markets. **Journal of Banking & Finance**, Chicago, v. 32, p. 187-198, 2008.
- MAIA, F. N. C. S.; AGUIAR, D. R. D. Estratégias de hedge com os contratos futuros de soja da Chicago Board of Trade. **Gestão e Produção**, São Carlos, v. 17, n. 3, p. 617-626, 2010.
- MARTINS, A. G; AGUIAR, D. R. D. Efetividade do hedge de soja em grão brasileiro com contratos futuros de diferentes vencimentos na Chicago Board of Trade. **Revista de Economia e Agronegócio**, Viçosa, v. 2, n. 4 p. 449-472, 2004.
- MARGARIDO, M. A.; OLIVEIRA, R. S.; SOUZA, W. A. Mercados Futuros e Hedging no Mercado da Soja: O Caso Barreiras. **Desenbahia**, Salvador, v. 3, n. 5, set/2006
- MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO – MAPA. Estatísticas de produção e comercialização agropecuária. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/>. Acesso em: 20.12.13.
- MEDEIROS, J. A. V.; CUNHA, C. A.; WANDE, A. E. Razão ótima de *hedge* para soja em Goiás e Mato Grosso. **Revista de política agrícola**, Ano XXII – No 1 – Jan./Fev./Mar. 2013
- MORAIS, L. C.; CEZAR, I. M.; SOUZA, C. C. Uso de derivativos agropecuários como mecanismo de comercialização de soja, no município de Rio Verde, Goiás. **Rev. Ceres.**, vol.58, n.5, pp. 567-575, 2011.
- MÜHLEN, A. S. R.; CEZAR, I. M., COSTA, F. P. Risco de preço na comercialização da soja: uso de derivativos pelos produtores rurais de Maracaju-MS. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.43, n.5, p.937-943, mai, 2013
- MYERS, R. J. Estimating time-varying optimal hedge ratios on futures markets. **The Journal of Futures Markets**, Charlottesville, v. 20, n. 1, p. 73-87, 2000.
- MYERS, R. J.; THOMPSON, S. R. Generalized optimal hedge ratio estimation. **American Journal of Agricultural Economics**, Milwaukee, v. 71, n. 4, p. 858-868, 1989.
- PARK, S. Y.; JEI, S. Y. Estimation and hedging effectiveness of time varying hedge ratio: flexible bivariate GARCH approaches. **The Journal of Futures Markets**, Vol. 30, No. 1, 71-99 (2010)
- POWERS, M. J. Does Futures Trading Reduce Price Fluctuations in the Cash Markets? **The American Economic Review**, Nashville, Vol. 60, No. 3 (Jun., 1970), pp. 460-464
- ROCHA, D. T.; CORSO, J. M.; PEDRO, J. J.; SILVA, W. V. Relação entre os preços do grão de soja nos mercados à vista e futuro: uma análise a partir da razão ótima de *hedge*. **ReFAE – Revista da Faculdade de Administração e Economia** v. 1, n. 2, p. 113-137, 2010
- SOUZA JÚNIOR, G. M. **Hedge para Produtores de Soja (Estudo de Caso de Produtores dos Municípios de Sinop e Lucas do Rio Verde – MT)**. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária. Universidade de Brasília, Brasília, 2006.
- SOUZA, W. A. R. **Gestão estratégica da produção de soja em Mato Grosso com o uso dos mercados futuros e de opções**. 2010. Tese (Doutorado em Economia Aplicada) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010.

Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11132/tdc-14122010-081715/>. Acesso em: 20.12.13

SOUZA, W. A. R **Avaliação de estratégias de gerenciamento de risco de preços de café do Brasil com o uso de mercados futuros**. 2013. Tese (Livre Docência) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2013.

SILVA, W. V.; SANTO, E. L.; SILVA, L. S. C. V. Cointegração entre os preços da soja cotados nos mercados brasileiro e norte-americano: Uma análise empírica. **Caderno de Pesquisas em Administração**, São Paulo, v. 10, n° 3, p. 69-78, julho/setembro 2003

SILVA, V. A.; SONAGLIO, C. M. estratégia de hedge através de contratos futuros de soja na BM&FBOVESPA. SOBER Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia Rural, Campo Grande, 2010, **Anais...**

TELSER, L. G. Why there are organized futures markets? **The Journal of Law and Economics**, 1981

TOMEK, W. G.; PETERSON, H. H. Risk management in agricultural markets: a review. **The Journal of Futures Markets**, Charlottesville, v. 1, n. 10, p. 953-985, 2001.

TONIN, J. M.; TONIN, J. R.; TONIN, G. M. Operações de hedge no mercado da soja: Uma análise comparativa para o Estado do Paraná. **Revista Paranaense de Desenvolvimento**, Curitiba, n.115, p.07-30, jul./dez. 2008.

TURA, R.; AHLERT, L. Estratégias de gestão de riscos de preços de soja. **Revista Destaques Acadêmicos**, ano 2, n. 1, 2010

SILVA, W. S.; SÁFADI, T.; CASTRO JÚNIOR, L. G. Uma análise empírica da volatilidade do retorno de commodities agrícolas utilizando modelos ARCH: os casos do café e da soja. **RER**, Rio de Janeiro, vol. 43, n° 01, jan/mar 2005

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE – USDA. Dados da produção agrícola internacional. Disponível em: <http://www.fas.usda.gov/>. Acesso em: 20.12.13.

WEEKS, D. V.; BELLINGHINI, D. F. Hedge simultâneo de preço e taxa de câmbio: uma análise para o mercado de soja em Paranaguá CGRCC Conferência em Gestão de Risco e Comercialização de Commodities. São Paulo, 2011. **Anais...**

WHITE, H. A heteroskedasticity-consistent covariance matrix estimator and a direct test for heteroskedasticity. **Econometrica**, Malden, v. 48, n. 4, p. 817-838, 1980.

WILLIAMS, J. C. Commodity Futures and Options. *In Handbook of Agricultural Economics*, North-Holland, Vol. 1B, Cap. 13, p. 746 - 810.

WORKING, H. Price relations between July and September wheat. **Wheat Studies**, Stanford, v. 9, n. 6 March, 1933

WORKING, H. Theory of the Inverse Carrying Charge in Futures Markets. **Journal of Farm Economics**, Menasha, Vol. 30, No. 1 (Feb., 1948), pp. 1-28

WORKING, H. Futures Trading and Hedging. **The American Economic Review**, Nashville, Vol. 43, No. 3 (Jun., 1953), pp. 314-343

WORKING, H. Hedging considered. **Journal of Farm Economics**, Menasha, v. 35, n. 4 p. 544-561, 1953

WORKING, H. Price supports and the effectiveness of hedging. **Journal of Farm Economics**, vol. 35, n. 5, 1953.

WORKING, H. Price effects of futures trading. **Food Research Institute Studies**. Stanford, v. 1, n. 1, 1960

WORKING, H. New concepts concerning futures markets and prices. **The American Economic Review**, v. 52, n. 3, p. 431-459, 1962.