



**AgEcon** SEARCH  
RESEARCH IN AGRICULTURAL & APPLIED ECONOMICS

*The World's Largest Open Access Agricultural & Applied Economics Digital Library*

**This document is discoverable and free to researchers across the globe due to the work of AgEcon Search.**

**Help ensure our sustainability.**

Give to AgEcon Search

AgEcon Search

<http://ageconsearch.umn.edu>

[aesearch@umn.edu](mailto:aesearch@umn.edu)

*Papers downloaded from **AgEcon Search** may be used for non-commercial purposes and personal study only. No other use, including posting to another Internet site, is permitted without permission from the copyright owner (not AgEcon Search), or as allowed under the provisions of Fair Use, U.S. Copyright Act, Title 17 U.S.C.*



## **MERCADO FUTURO DE SOJA NA BMFE CBOT: UMA ANÁLISE NO PERÍODO DE 2005 A 2007**

**VITOR CAMINHA FAUSTINO DIAS; LEONARDO FRANCISCO FIGUEIREDO NETO;**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL**

**CAMPO GRANDE - MS - BRASIL**

**vitorcfd@yahoo.com.br**

**APRESENTAÇÃO ORAL**

**Comercialização, Mercados e Preços**

**Mercado Futuro de Soja na BMFe CBOT: Uma análise no período de 2005 a 2007**

**Grupo de pesquisa: 1- Comercialização, Mercados e Preços.**

### **Resumo:**

O presente trabalho busca calcular a base e o risco de base, razão ótima e eficiência do *hedge* da soja brasileira comercializada através dos contratos da Bolsa de Mercadorias e Futuros (BMF) e contrato de soja Latino-Americana da Chicago Board of Trade (SA-CBOT) e contrato de soja da Chicago Board of Trade (CBOT). O valor médio da base e o risco de base foram calculados na semana de vencimento dos 50 contratos considerados no período entre janeiro de 2005 a julho de 2007. O método adotado no cálculo da base é está em acordo com Hull (2005); o risco de base e a efetividade de *hedge* são propostos por Silveira (2002); Myers; Thompson (1989) estabelecem a metodologia para o cálculo da razão ótima. Do procedimento adotado neste, foram possível observar os seguintes resultados: i) os menores valores médios da base foram em Paranaguá (em todas as bolsas). ii) apesar de possuir os menores valores médios de base, a CBOT apresentou maior risco de base que a BMF. Tanto o Mercado Futuro de soja da BMF quanto o mercado da CBOT, mostraram-se eficientes. Porém, não foi possível afirmar com precisão que o mercado futuro SA-CBOT é eficiente. A razão de *hedge* mostrou-se elevada, variando entre 87,20% - 64,77% (para BMF). A razão de *hedge* da soja em Illinois apresentou-se consideravelmente maior que as demais quando



comercializada na CBOT. Conclui-se assim, que sojicultores brasileiros possuem, de maneira geral, melhor instrumento de proteção ao risco de preço quando comercializam na BMF.

**Palavras Chaves: Mercado Futuro, Soja, Hedge.**

**Abstract:**

This dissertation analyses the hedge soybeans operations by using BMF and CBOT's contracts, and considering Paranagua (PR), Sorriso (MT), Barreiras (BA) and Cascavel (PR). Initially, it was calculated the basis risk from the hedge operations in the ending week of each contract. It was considered transactions between BMF, CBOT and SA-CBOT (South America Soybeans Contract). It was also calculated the optimal hedge ratio by Myers; Thompson (1989) methodology. During January 2005 and July 2007, these exchanges had commercialized 50 contracts. this paper reaches the following results: i) the lower basis' average was in Paranagua (considering all stock exchanges); ii) CBOT had smaller basis' average but greater basis' risk then BMF. On the second step of this analysis, both BMF and CBOT were considered efficient. However, the same result was not observed on SA-CBOT, which wasn't possible to precise about its efficiency. The optimal hedge ratio (OHR) was high to BMF (87.20% - 64.77%). The OHR to Illinois was the greatest, 93.41% when commercialized with CBOT. This number is consistent with Dorfman; Sanders (2006). However, CBOT presents lower OHR whenever we consider the Brazilians places in this study (55.88% - 35.7%). We conclude that Brazilians soybeans' farmers which want to protect against price in future market have a better tool by commercializing with BMF that CBOT or SA-CBOT.

**Key Worlds: Future Markets, Soybean, Hedge.**

## 1 INTRODUÇÃO

As mudanças na estrutura econômica do País experimentadas no início da década de 90, tais como a desregulamentação dos mercados; a crise das formas tradicionais de intervenção do Estado e a formação de blocos econômicos. A dinâmica organizacional na esfera individual da empresa, resultante destas modificações, promove o incremento na necessidade de buscar eficiência em meio cada vez mais competitivo.

Inserida neste contexto macroeconômico, Marques (2000) ainda destaca a agropecuária como uma atividade produtiva que apresenta características econômicas diferentes comparativamente aos setores industrial e comercial (como, dependência de fatores climáticos, elevado tempo que algumas culturas e/ou criações permanecem no campo sem apresentar retorno ao investimento, dificuldade de comercialização devido à elevada perecibilidade dos produtos, bem como a volatilidade e dúvida a respeito dos preços que serão recebidos) o que potencializa o risco financeiro da produção. Neste contexto, Carter (1999), citando Johnson (1960); Stein (1961); McKinnon (1967); Danthine (1978); Holthausen (1979); Feder, Just, e Schmitz (1980), e; Anderson, e Danthine (1981), destaca a importância dos mercados futuros como uma ferramenta no auxílio à administração de risco para os produtores primários de *commodities*.

Segundo Marques; Mello (1999), o mercado futuro deve ser visto como uma forma de garantia de preço sem a intervenção do governo. Silveira (2002) destaca o enorme potencial



representado pelo mercado futuro no Brasil, assim como a necessidade de explorá-lo, como forma de disponibilização de grandes vantagens aos agentes envolvidos nos vários elos das diversas cadeias produtivas de *commodities*.

Apartir deste contexto o presente trabalho busca analisar as operações de *hedge* da soja no mercado futuro da BMF e CBOT para as seguintes regiões: Paranaguá (PR), Sorriso (MT), Barreiras (BA), e Cascavel (PR). Assim, o estudo irá verificar as diferenças da variância da base entre a S-BMF, S-CBOT e SAS-CBOT e entre as regiões consideradas, mediante um modelo de regressão e testes de hipóteses. Neste sentido, será possível observar em qual medida os agentes envolvidos na sojicultura brasileira possuem instrumentos eficientes de gerenciamento dos preços da soja.

## 2 CONCEITOS SOBRE MERCADO FUTURO

### 2.1 EVOLUÇÃO DO CONCEITO DE *HEDGE* NO MERCADO FUTURO

Seminais no entendimento de *hedge*, Gray; Rutledge (1971) promovem extensa revisão no desenvolvimento do conhecimento científico a cerca deste conceito e apontam as principais questões a serem respondidas até aquele momento. Segundo Carter (1999), o trabalho de Gray e Rutledge (1971) é, até aquele momento, o mais importante já publicado no entendimento do mercado futuro, colaborando para: aspectos evolucionários do mercado futuro; relação intertemporal de preços; conceitos de *hedge*; variabilidade de preço, e; flutuações de preços em *commodities* estocáveis.

Gray; Rutledge (1971) sugerem que o *hedge* através do mercado futuro pode ser eficiente mecanismo na redução do risco para produtores primários, o que posteriormente é comprovado através de vários trabalhos empíricos, principalmente, Heifner (1972), Peck (1975), Ederington (1979), Grant; Eaker (1989), Castelino (1992), Lence; Kimle; Hayenga (1993)<sup>1</sup>.

Conforme citado anteriormente, estes autores associam o *hedge* a uma operação de transferência de risco como forma de defesa às variações indesejadas nos preços. Working (1962) apresenta um conceito de *hedge* mais ampliado ao mencionar que esta operação não tem apenas o propósito de evitar risco, como também de assegurar lucros. No presente trabalho a definição mais apropriada é proposta por CBOT (2000), quando considera o *hedge* “um investimento compensatório que envolve uma posição no mercado futuro, oposta à posição no mercado à vista”. Desta forma, é lícito inferir que qualquer perda ocorrida no mercado à vista deve ser compensada/contrabalanceada pelo mercado futuro. Tal conceito vem de encontro com as definições propostas por Hull (2005) e Marques; Mello (1999).

CBOT (2000) destaca como *hedgers*:

- a) Produtores rurais (produtores primários de *commodities*) – necessitam de proteção contra a variação de preços das *commodities* que ainda se encontram no campo ou armazenadas, ou contra a variação de preços de insumos comprados;

---

<sup>1</sup> Referenciados por Carter (1999)



**SOBER**

XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia,  
Administração e Sociologia Rural



- b) Comerciantes, Operadores de silos – necessitam de proteção contra a baixa de preços entre o momento da compra ou do contrato de compra de grãos dos fazendeiros e o momento que será vendido;
- c) Processadores, Pecuáristas (consumidores de produtos primários) – necessitam de proteção contra o aumento do custo de matéria prima ou a diminuição no valor de seus estoques;
- d) Exportadores – necessitam de proteção contra a alta de preços de grãos a serem entregues no futuro, mas que ainda não foram comprados; e,
- e) Importadores – que querem aproveitar os preços baixos de grãos comprados para entrega futura, mas que ainda não foram recebidos.

Assim, estes agentes possuem o objetivo de minimizar os riscos de preços, os quais são inertes à suas atividades. Vale ressaltar que o *hedge* em mercados futuros minimiza as possibilidades de perdas futuras, porém os ganhos futuros, provenientes de alterações favoráveis nos preços à vista, também são minimizados.

Cabe destaque ainda que, duas são as categorias de participantes do mercado futuro: *hedgers* e especuladores. Estes têm papel fundamental no funcionamento do mercado, pois suprem a desigualdade matemática de agentes que buscam a proteção contra a queda de preços aos que buscam o *hedge* contra alta de preços (CBOT, 2000). Assim, o especulador proporciona liquidez<sup>2</sup> ao mercado aceitando riscos em troca da possibilidade de obter ganhos de capital. Para Mello (2001) a liquidez talvez seja a dimensão mais importante proporcionada por uma bolsa de futuros, pois várias ordens não poderiam ser cumpridas sem a contraparte.

## 2.2 CONCEITO DE BASE E RISCO DE BASE

O conceito de Base parte do pressuposto que nas transações de *commodities* em mercado futuro, o preço à vista em determinada região, ou o preço de determinada mercadoria cotado pelo seu fornecedor, é diferente do preço cotado no mercado futuro. Essencialmente, o preço regional de uma mercadoria à vista é o preço futuro ajustado de acordo com variáveis como frete, oferta e procura local e custos de armazenamento e movimentação<sup>3</sup>.

Segundo Marques; Mello (1999) quando o espaço de tempo do vencimento do contrato for longo, maior será a participação da variável custo de carregamento (transporte e armazenagem) na formação da base; na medida em que o vencimento do contrato se aproxima, os custos com transporte ganham importância na constituição da base. Assim, segundo CBOT (2000) e Hull (2005), a Base é igual à diferença do preço à vista pelo preço futuro.

Segundo CBOT (2000) o risco de base traduz as possibilidades de movimentos imprevisíveis relativos à base. Hull (2005) apresenta três componentes do risco de base, conforme: o ativo cujo preço precisa ser *hedgado* pode não ser exatamente o mesmo que está especificado no contrato futuro; o *hedger* pode não ter certeza quanto à data em que o ativo deverá ser comprado ou vendido; a operação de *hedge* pode requerer que o contrato futuro seja encerrado bem antes de sua data de vencimento.

<sup>2</sup> Segundo CBOT (2000) liquidez é definida como a capacidade de entrar e sair do mercado rápida e facilmente.

<sup>3</sup> Tais variáveis são constituintes da Base para uma *commodity* estocável. As *commodities* não estocáveis podem apresentar variáveis diferentes, o que segundo Rich (1990) ainda requer estudos.



**SOBER**XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia,  
Administração e Sociologia Rural

A base pode ser negativa ou positiva, definindo assim, o potencial de fortalecimento ou enfraquecimento da base (CBOT, 2000; Mello, 2001). Quanto mais positiva (ou menos negativa) a base se torna, maior é a sua força (consequentemente, quanto mais negativa – ou menos positiva – a base se torna, mais fraca ela é). O fortalecimento da base beneficia os agentes com posição vendida em mercado futuro, assim, o enfraquecimento beneficia aqueles que estão comprados em mercado futuro.

Hull (2005) apresenta a disposição algébrica aos conceitos discutidos, conforme:

Considerando um *hedge* iniciado em  $t_1$  e encerrado em  $t_2$ ; a base é representada por  $b$ ;  $p$ , se refere ao preço à vista;  $f$  é considerado o preço futuro; e finalmente, o preço efetivo que o agente pagará ou receberá pelo ativo é representado por  $P$ , assim:

$$b_1 = p_1 - f_1 \quad (1)$$

$$b_2 = p_2 - f_2 \quad (2)$$

$$P = p_2 + f_1 - f_2 \quad (3)$$

Logo,

$$P = f_1 + b_2 \quad (4)$$

Na equação (4), é lícito notar que no momento  $t_1$ ,  $b_2$  não é conhecido, devendo assim estimá-lo através de sua série histórica. Caso esta estimativa se confirme, o *hedge* será perfeito. Porém, o risco associado à  $b_2$  é o Risco de Base.

### 3 METODOLOGIA

#### 3.1 BASE DE DADOS

Para desenvolvimento do presente trabalho foram necessários:

1. Dados de preços à vista da soja nas praças: Paranaguá, Sorriso, Barreiras e Cascavel;
2. Dados de preços à vista da soja na região de Illinois (EUA);
3. Dados de preços futuros – S-BMF, S-CBOT e SAS-CBOT.

Os dados especificados no item 1 foram obtidos no Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (CEPEA/USP); junto ao *Farm Decision Outreach Central* (FARMDOC/UIUC) foram obtidos os dados mencionados no item 2, e; por fim, os dados referentes ao preço futuro foram obtidos junto às respectivas bolsas (item 3).

#### 3.2 CÁLCULO DA BASE E DO RISCO DE BASE



**SOBER**

XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia,  
Administração e Sociologia Rural



O cálculo da base será efetuado pelas equações propostas por Hull (2005) e apresentadas anteriormente (equações 1, 2, 3, e 4). No entanto, neste estudo será considerado o cálculo da base semanal dos preços em cada região, através da média aritmética das bases diárias observadas durante a semana de vencimento do contrato. Admitindo a convergência de preços futuros e à vista na semana do vencimento do contrato, calcular-se-á o risco da base pela variância da base (Silveira, 2002). Segundo Brown (1985), ao considerar a convergência citada, o risco da base corresponderá ao componente aleatório o qual explica as variações da mesma.

Para verificação de como o risco da base difere entre a *commodity* e as regiões, será utilizado o modelo de regressão pelo método dos MQO, onde o desvio padrão da base na semana de vencimento do contrato é expresso em função das variáveis binárias (Silveira, 2002), segundo:

$$\ln(S_{BASEij}) = \alpha Tipo_i + \sum_j \beta_j L_j + u_{ij} \quad (5)$$

Onde,  $\ln(S_{BASEij})$  é o logaritmo neperiano do desvio padrão da base na semana de vencimento do contrato;  $Tipo_i$ , refere-se a variável binária representativa do ativo em questão; a variável binária que indicará a localização é representada por  $L_j$ ;  $u_{ij}$  refere-se ao termo de erro.

### 3.3 RAZÃO ÓTIMA DE *HEDGE* E EFETIVIDADE

Segundo Hull (2005), a razão ótima de *hedge* é definida como a razão entre covariância do preço à vista e futuro e variância do preço futuro. Porém, para estimar os termos desta equação é necessário um modelo de equilíbrio de mercado, considerando o comportamento dos agentes.

Neste trabalho será considerado o modelo de equilíbrio linear para os preços à vista e futuro proposto por Myers; Thompson (1989), conforme:

$$p_t = \hat{a} X_{t-1} + u_t \quad (6)$$

$$f_t = \hat{a} X_{t-1} + v_t \quad (7)$$

$$p_t = \hat{a} X_{t-1} + \hat{a} f_t + \hat{a}_t \quad (8)$$

Sendo,  $p_t$  e  $f_t$  são preços à vista e futuro no tempo  $t$ , respectivamente;  $X_{t-1}$  representa o vetor de variáveis conhecidas em  $t-1$ , que ajudam a prever o preço à vista e futuro;  $\hat{a}$  e  $\hat{a}$  são vetores de parâmetro não conhecido;  $u_t$  e  $v_t$  correspondem aos termos de erro (de média zero e sem correlação serial).



**SOBER**

XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia,  
Administração e Sociologia Rural



Conforme equação (8), a razão ótima será igual à estimativa  $\hat{\alpha}$ , através do método dos MQO. Considerando a simplificação deste modelo ao considerar a matriz  $X_{t-1}$  formada pelos elementos: termo constante, preços à vista defasados e preços futuros defasados, Myers; Thompson (1989) apontam duas pressuposições (em particular às duas últimas variáveis): i) Correspondem a um processo auto-regressivo (AR); ii) refletem as demais variáveis explicativas que poderiam estar presentes. Assim, a equação (7) é reescrita conforme abaixo.

$$f_t = f_{t-1} + v_t \quad (9)$$

Como a estimação da equação (8) pelo MQO é equivalente ao método das Equações Aparentes Não Correlacionadas (SUR) para a estimativa da razão de *hedge* ótima, elimina-se assim o problema da diferença entre as variáveis explicativas das equações (6) e (9) (Silveira, 2002).

Silveira (2002) aponta a importância da verificação da estacionariedade das séries de preço à vista e futuro, conforme: “para que a ‘equação (8)’ possa ser estimada por MQO é necessário que: i) a série preços futuros seja estacionária em sua primeira diferença (fator determinante da eficiência dos mercados futuros); ii) caso a série de preços à vista seja estacionária em sua primeira diferença, a equação deve ser especificada novamente, de forma a apresentar o preço à vista na primeira diferença”. Assim, este autor afirma a necessidade de testes de raiz unitária para verificar a estacionariedade das séries.

Em acordo com Silveira (2002), para determinação do número de defasagens da variável preço à vista, contida em  $X_{t-1}$ , serão utilizados: Critério de Informação de Akaike (AIC) e Critério de Informação de Schwarz (SC), segundo as equações:

$$AIC = \ln s^2 + (2 / T) \text{ (número de parâmetros)} \quad (10)$$

$$SC = \ln s^2 + (\ln T / T) \text{ (número de parâmetros)} \quad (11)$$

Onde,  $s^2$  representa a soma de quadrados dos resíduos da equação autorregressiva e T corresponde ao número de observações.

### 3.4 ANÁLISE DA EFICIÊNCIA DO MERCADO FUTURO

Neste trabalho a metodologia para análise da eficiência de *hedge* foi proposta por Saboya e Bacchi (1999) e sugerida por Silveira (2002). Segundo estes autores a não existência de uma relação entre as variações de preços em um dia com as ocorridas em dias anteriores, definem a eficiência do mercado futuro. Segundo Silveira (2002) “o processo formador da série deve ter um comportamento aleatório e ao transformá-la para sua primeira diferença deve-se obter estacionariedade”. Assim, utiliza-se o teste de raiz unitária na verificação da eficiência do mercado futuro, sendo tal eficiência requerente que os elementos constantes e tendências não sejam significativos (Saboya; Bacchi, 1999, citados por Silveira, 2002).

O desenvolvimento de tal metodologia envolve a estimação a equação (12) e análise da hipótese de existência da raiz unitária ( $\hat{\alpha} = \hat{\beta} = \hat{\gamma} = 0$ ), porém inicialmente, deve-se identificar





a ordem do processo auto-regressivo [Ar(p)] gerador da série mediante os critérios de informação (citados anteriormente).

$$\Delta f_t = \alpha + \beta + \theta f_{t-1} + e_t \quad (12)$$

Onde,  $\theta = \rho - 1$ .

Conforme descrição anterior<sup>4</sup>, Ar(p) descreve um processo estocástico, descrito pela soma dos valores prévios da série temporal mais um termo erro. Assim, Ar(1) traduz-se em processo regressivo de ordem um, o que significa que somente a série temporal descontada um período tem efeito direto na série original (atual). Por exemplo, ao se gerar séries com números randômicos, considere uma série de n observações gerada a cada 2 horas durante uma semana, e calcular a ordem do processo auto-regressivo (da última série gerada), possivelmente não encontraremos qualquer relação da série atual com séries anteriores. Por outro lado, se a primeira série for gerada randômicamente e posteriormente adicionarmos um fixo valor a cada 2 horas, o processo autoregressivo indicará que as modificações nos números das séries anteriores podem nos explicar o comportamento da última série.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1 ANÁLISE DO RISCO DE BASE

No período de análise, janeiro de 2005 a julho de 2007 totalizou-se 50 contratos futuros, sendo, 21 pela BMF, 17 pela CBOT e 12 contratos SA-CBOT. Nas semanas de vencimento de cada contrato, foram calculadas as bases dos preços da soja e obtidas as variâncias e médias das bases para cada região.

A Tabela 1 traz os resultados do valor médio da base e do risco de base associado às operações de *hedge* da soja. Pode-se notar que o valor médio da base em Paranaguá – CBOT é mais próximo de zero. Porém, o menor risco de base é apresentado em Paranaguá – BMF. O contrato da CBOT também demonstra um baixo risco de Base (0,08). Agricultores Barreirenses que desejarem travar o preço da soja na SA-CBOT estarão expostos ao maior risco de base.

Tabela 1. Valor da média e variância da base (risco de base) na semana de vencimento do contrato da soja no período de janeiro de 2005 a julho de 2007.

Local	BMF	
	Valor médio da base US\$	Risco de Base US\$
Cascavel	-1,55	0,1506
Sorriso	-4,91	0,3363
Barreiras	-3,59	0,4568

<sup>4</sup> Vide item 5.5 – Teste de raiz unitária.

**SOBER**XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia,  
Administração e Sociologia Rural

Paranaguá	-1,08	0,0795
<b>CBOT</b>		
Local	Valor médio da base	Risco de Base
	US\$	US\$
Illinois	-0,57	0,0843
Cascavel	-0,72	0,8235
Sorriso	-4,09	0,7367
Barreiras	-3,07	0,6591
Paranaguá	-0,33	0,6098
<b>CBOT – SA</b>		
Local	Valor médio da base	Risco de Base
	US\$	US\$
Cascavel	-1,20	0,9978
Sorriso	-4,67	1,0378
Barreiras	-3,62	2,0300
Paranaguá	-0,80	1,0914

Fonte: Resultados da Pesquisa.

Para análise comparativa do risco de base entre a soja comercializada na diferentes bolsas e localidades, foi realizada a estimação do modelo apresentado pela equação (5).

Na Tabela 2 podem-se verificar os resultados deste procedimento. Para se obter o efeito das variáveis binárias referentes à bolsa e à localidade sobre a variável dependente (desvio padrão da base), realizou-se a transformação descrita pela equação (13). Isso se deve ao fato de se utilizar a variável dependente em logaritmo neperiano.

$$\text{Efeito} = \exp(\text{coeficiente}) - 1 \quad (13)$$

Tabela 2. Resultado da regressão do logaritmo neperiano do desvio padrão da base na semana de vencimento do contrato em função de variáveis binárias para bolsa e localização.

<b>BMF – CBOT</b>			
Variáveis	Estimativa dos parametros	Efeito	Valore de t
Tipo	-0,3989	32,89%	-1,43
Paranaguá	-0,4795	38,09%	-2,09
Cascavel	-0,6037	45,32%	-2,94*
Sorriso	-0,7010	50,83%	-3,53*
Barreiras	-0,6018	45,22%	-2,87**
<b>BMF-SA/CBOT</b>			
Variáveis	Estimativa dos parametros	Efeito	Valor de t
Tipo	-0,8911	58,98%	-5,57*

**SOBER**XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia,  
Administração e Sociologia Rural

Paranaguá	-0,4500	36,24%	-1,61
Cascavel	-0,5040	39,59%	-1,95
Sorriso	-0,6043	45,36%	-2,81**
Barreiras	-0,8743	58,29%	-4,79*

Fonte: Resultado da Pesquisa.

Notas: \*significativo a 1%; \*\*significativo a 5%.

Na Tabela 2 é possível verificar que o desvio padrão da base dos contratos negociados BMF foi 32,89% inferior que o desvio padrão da base dos contratos de soja comercializada na CBOT. Apesar desta diferença, o teste T não identificou diferença significativa.

Quando comparada à soja comercializada na BMF e na CBOT de acordo com as diferentes localidades, somente produtores localizados em Paranaguá estão sujeitos a diferença não-significativa no desvio padrão da base.

Ao que diz respeito ao desvio padrão da base dos contratos comercializados na BMF em comparação com os contratos da SA-CBOT, o presente trabalho constatou uma significativa diferença, sendo o desvio padrão da BMF 58,89% inferior ao SA-CBOT. Por outro lado, quando considerado o desvio padrão da base na semana de vencimento dos contratos, Paranaguá e Cascavel não demonstraram diferenças significativas em operar BMF ou SA-CBOT.

## 4.2 ESTIMAÇÃO DAS RAZÕES ÓTIMAS DE HEDGE E EFETIVIDADE

### 4.2.1 IDENTIFICAÇÃO DOS PROCESSOS AUTO-REGRESSIVOS

Preliminar na estimação da razão de *hedge* ótima, assim como, na identificação da efetividade, esta sessão objetiva a identificação da ordem dos processos auto-regressivos geradores das séries, os quais serão utilizados no teste de raiz unitária.

Segundo o Critério de Informação de Akaike (AIC) e Schwarz (SC), as ordens do processo auto-regressivo das séries semanais dos preços à vista e futuro da soja de acordo com as diferentes regiões consideradas no presente estudo, podem ser verificadas na Tabela 3.

Tabela 3. Ordem dos processos auto-regressivos das série de preços à vista e futuro da soja indicada pelo AIC e SC.

	Serie de preços da soja	
	AR(p) indicada pelo:	
	AIC	SC
*Paranagua B	p= 1	p= 1
Cascavel B	p= 1	p= 1
Sorriso B	p= 1	p= 1
Barreiras B	p= 1	p= 1

**SOBER**XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia,  
Administração e Sociologia Rural

BMF	p= 1	p= 1
Paranagua C	p= 6	p= 6
Cascavel C	p= 5	p= 5
Sorriso C	p= 5	p= 5
Barreiras C	p= 2	p= 2
Illinois	p= 1	p= 1
CBOT	p= 1	p= 1
Paranagua S	p= 5	p= 5
Cascavel S	p= 5	p= 5
Sorriso S	p= 5	p= 5
Barreiras S	p= 3	p= 3
SA-CBOT	p= 2	p= 2

\* A letra indicada após o nome da praça traduz o período de tempo correspondente ao contrato de cada bolsa, sendo B = BMF, C = CBOT e S = SA-CBOT.

Fonte: Dados da Pesquisa

De acordo com a tabela acima, não se obteve diferença entre os critérios utilizados neste trabalho, o que indica indiferença em utilização dos critérios. Porém, vale ressaltar que a igualdade de resultados destes critérios não é sempre verdadeira. Segundo Silveira (2002), deve-se optar pela menor defasagem especificada por um dos critérios, o que no caso torna indiferente a escolha do critério.

#### 4.2.2 TESTE DE RAIZ UNITÁRIA

Após definir a ordem do processo auto-regressivo foram realizados testes de raiz unitária, mediante os teste de Dikey e Fuller (DF) e Dickey e Fuller Aumentado (ADF).

Como os testes de raiz unitária não são válidos na presença de auto-correlação dos resíduos, foram analisadas as estatísticas Durbin-Watson (DW) dos modelos em questão. Na Tabela 4 podem-se observar os valores obtidos pelo teste DW. Nota-se que os valores DW são muito próximos de dois, o que indica ausência de correlação serial e, portanto validação dos testes realizados.

Tabela 4. Resultado do teste de raiz unitária em nível e do DW para a série de preços semanais à vista e futuro da soja.

Série de preços da soja				
	Defasagens	$\hat{\delta}$	valor crítico	DW test
Paranaguá B	0	-1.832991	-4.498307	2.378972
Cascavel B	0	-1.973853	-4.498307	2.465214
Sorriso B	0	-1.486667	-4.498307	2.224575
Barreiras B	0	-1.070422	-4.498307	1.905616

**SOBER**XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia,  
Administração e Sociologia Rural

BMF	0	-2.251244	-4.498307	2.422977
Paranaguá C	5	-1.423286	-5.124875	1.953349
Cascavel C*	4	-5.308801	-4.992279	2.020138
Sorriso C	4	-3.018881	-4.992279	2.586937
Barreiras C	1	0.032407	-4.728363	2.189442
Illinois	0	-1.398333	-4.667883	2.334297
CBOT	0	-1.49526	-4.667883	2.679421
Paranaguá S	4	2.186306	-5.124875	2.545406
Cascavel S	4	1.370729	-5.124875	2.746165
Sorriso S	4	-0.758191	-5.124875	2.100136
Barreiras S	2	1.206887	-5.52186	2.132701
SA-CBOT	1	-2.932777	-5.124875	2.063297

Fonte: Dados da Pesquisa

Observa-se que a série Cascavel C foi a única a não apresentar raiz unitária quando testada em nível. Todas as demais séries apresentaram raiz unitária. Assim, foi necessário calcular o teste de raiz unitária na primeira diferença. Os resultados deste procedimento podem ser observados na Tabela 5.



Tabela 5. Resultado do teste de raiz unitária na primeira diferença e do DW para a série de preços semanais à vista e futuro da soja.

Série de preços da soja (primeira diferença)				
	Defasagens	$\hat{\alpha}$	valor crítico	DW test
Paranaguá B	0	-5.35468	-4.532598	2.679531
Cascavel B	0	-5.489194	-4.532598	2.496104
Sorriso B	0	-5.911817	-4.532598	1.924704
Barreiras B	0	-5.009428	-4.532598	2.208633
BMF	0	-5.58545	-4.532598	2.389531
Paranaguá C	5	-4.715285	-3.959148	1.902266
Cascavel C	4	-	-	-
Sorriso C	4	-4.345791	-3.959148	2.077174
Barreiras C	1	-5.280709	-3.959148	1.915134
Illinois	0	-3.977648	-2.728252	1.973788
CBOT	0	-4.255396	-3.959148	1.915378
Paranaguá S	4	-4.468936	-3.77	2.288114
Cascavel S	4	-3.006125	-2.81674	2.010165
Sorriso S	4	-2.879608	-2.81674	1.915956
Barreiras S	2	-5.063545	-4.420595	2.108035
SA-CBOT	1	-5.81111	-5.295384	2.679734

Fonte: Dados da Pesquisa.

Na tabela acima se pode notar que todos os valores obtidos na estatística  $\hat{\alpha}$  são menores que seu valor crítico e DW apresenta valores próximos de dois, validando assim o teste. Mediante estes resultados, a hipótese de raiz unitária é rejeitada em todas as séries, com nível de significância de 1%. Ou seja, a série Cascavel C é estacionária e todas as demais séries são estacionárias nas primeiras diferenças.

Assim, a metodologia proposta obedece ao procedimento proposto por Silveira (2002) e citado anteriormente no item 3.4 deste trabalho, que exige a estacionariedade da série na primeira diferença.

#### 4.2.3 A HIPÓTESE DE MERCADO FUTURO EFICIENTE

Após a identificação da ordem dos processos auto-regressivos e os testes de raiz unitária, a hipótese de mercado futuro eficiente para as séries preço futuro BMF, CBOT e SA-CBOT é observada (conforme dito anteriormente) pela proposta apresentada por Saboya; Bacchi (1999) e aplicada por Silveira (2002).

Na Tabela 3 – sessão 6.2.1, pode-se observar que o processo auto-regressivo da série BMF e CBOT possui ordem um [AR(1)] e de acordo com o teste de raiz unitária estas séries apresentaram-se estacionariedade em sua primeira diferença. AR(1) indica que não há relação entre as variações de preço de um contrato de um determinado dia com as variações ocorridas



**SOBER**

XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia,  
Administração e Sociologia Rural



em dias anteriores, fazendo com que os preços sejam reflexo das informações disponíveis até aquele dia. Confirmando assim eficiência nestes mercados.

No caso da série SA-CBOT, observa-se AR(2) (Tabela 3), ou seja, o preço médio observado em uma semana possui relação com o preço das duas semanas anteriores. O que indica tendenciosidade na formação de preços desta série. Porém, como a ordem do processo auto-regressivo é baixa, não se pode concluir definitivamente que este mercado é ineficiente.

Conforme especificado anteriormente, a metodologia utilizada para o cálculo das razões ótimas de *hedge* foi proposta por Myers; Thompson (1989). Vale ressaltar que esta metodologia pressupõe eficiência dos mercados futuros, que se caracterizará como uma limitação para o cálculo da série SA-CBOT, uma vez que não é possível inferir precisamente sobre a eficiência deste mercado. Porém, Silveira (2002) ao analisar a eficiência do mercado futuro do boi gordo também obteve AR(2) no período então considerado e propôs a metodologia em questão sob ressalva de possível ineficiência do mercado.

#### 4.2.4 AS RAZÕES ÓTIMAS DE *HEDGE*

Para obtenção da estimação da razão ótima de *hedge*, os preços à vista da soja estarão em suas primeiras diferenças, sendo as variáveis explicativas: i) preço futuro da soja em sua primeira diferença; ii) preço à vista da soja defasado em sua primeira diferença e; iii) preço futuro da soja defasado em sua primeira diferença. O número de períodos destas defasagens será obtido conforme a ordem dos processos auto-regressivos geradores das séries na primeira diferença.

Assim o modelo obedece à equação:

$$\Delta P_t = \alpha + \delta \Delta F_t + \sum \beta_i \Delta P_{t-i} + \gamma \Delta F_{t-1} + u_t$$

Sendo:

$\Delta P_t$  = preço à vista da soja na primeira diferença no momento t;

$\alpha$  = razão ótima de *hedge*;

$\Delta F_t$  = preço futuro da soja na primeira diferença;

$\Delta P_{t-i}$  = preço físico da soja na primeira diferença no momento t-i;

$\Delta F_{t-1}$  = preço futuro da soja defasado em sua primeira diferença, no momento t-1;

$u_t$  = termo de erro.

Nas Tabelas 6, 7 e 8, é possível observar os resultados obtidos nas operações de *hedge* relativo ao mercado da soja entre o período de janeiro de 2005 a julho de 2007. Verificou-se através do teste F que somente a regressão da praça de Sorriso quando considerada o contrato SA-CBOT apresentou-se não-significativo, o que indica impossibilidade de inferência acerca da razão de *hedge* na específica situação considerada no presente estudo. Todas as regressões, quando considerado os contratos BMF, apresentaram-se significativos a 1%. No caso da CBOT, Paranaguá, Barreiras e Illinois apresentaram teste F significativo a 1%. As demais praças comercializadas na CBOT e SA-CBOT apresentaram significância a 5%.

**SOBER**XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia,  
Administração e Sociologia RuralTabela 6. Resultado das estimativas das razões de *hedge* dos preços semanais da soja em Paranaguá, Cascavel, Barreiras e Sorriso no mercado futuro da soja da BMF no período entre janeiro de 2005 e julho de 2007.

análise da regressão variáveis	Paranaguá		Cascavel		Sorriso		Barreiras	
	coef.	t-stat	coef.	t-stat	coef.	t-stat	coef.	t-stat
constante	0,0320	0,4536	0,0297	0,2968	0,0416	0,2050	0,0749	0,4696
ä	0,8660*	10,0691	0,8720*	7,0554	0,6477*	3,6446	0,6660*	4,4947
Pt-1	-0,5146***	-1,9410	-0,3211	-1,1700	-0,4254***	-1,8331	-0,3579	-1,3532
Ft-1	0,3998***	1,7526	0,1536	0,6058	0,4534***	1,8875	0,2409	0,9094

Fonte: Dados da Pesquisa.

Tabela 7. Resultado das estimativas das razões de *hedge* dos preços semanais da soja em Paranaguá, Cascavel, Barreiras, Sorriso e Illinois no mercado futuro da soja da CBOT no período entre janeiro de 2005 e julho de 2007.

análise da regressão variáveis	Paranaguá		Cascavel		Sorriso		Barreiras		Illinois	
	coef.	t-stat	coef.	t-stat	coef.	t-stat	coef.	t-stat	coef.	t-stat
constante	0,0822	0,5646	0,0349	0,1672	0,0408	0,1878	0,1323	0,8029	-0,0734	-0,7677
ä	0,5588*	4,3943	0,4597**	2,6103	0,3934**	2,2012	0,357**	2,6709	0,9341*	13,1673
Pt-1	-0,0110	-0,0379	-0,0359	-0,1120	-0,2139	-0,7053	-0,6029**	-2,1974	-0,3007	-1,2294
Ft-1	-0,1272	-0,6605	-0,0007	-0,0029	0,0297	0,1270	0,2595	1,4042	0,4370	1,6383

Fonte: Dados da Pesquisa.



Tabela 8. Resultado das estimativas das razões de *hedge* dos preços semanais da soja em Paranaguá, Cascavel, Barreiras e Sorriso no mercado futuro da soja SA-CBOT no período entre janeiro de 2005 e julho de 2007.

	Paranaguá		Cascavel		Sorriso		Barreiras	
análise da regressão	F= 3,85**		F= 3,19**		F= 1,02		F= 5,79*	
Variáveis	coef.	t-stat	coef.	t-stat	coef.	t-stat	coef.	t-stat
Constant	0,1427	0,5808	0,2416	0,8525	0,0755	0,2153	0,3949	1,7550
Ä	0,8097**	2,3253	0,8607**	2,6832	0,6984	1,3905	0,4673*	4,1156
Pt-1	-0,1319	-0,2905	-0,3646	-0,8183	-0,2985	-0,6654	-0,4811	-1,4655
Ft-1	0,2354	0,6214	0,4243	0,9889	0,1432	0,3316	1,1852**	2,0722

Fonte: Dados da Pesquisa.



**SOBER**

XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia,  
Administração e Sociologia Rural



Com relação ao *hedge* da soja constatou-se uma considerável variação entre as praças e bolsas, na proporção da posição à vista a ser compensada com os contratos futuros de soja, com o objetivo de minimizar o risco das posições à vista. Indicada pelo coeficiente  $\hat{a}$ , esta razão apresentou-se significativa em todos os casos (com excessão de Sorriso – SA-CBOT, por motivo anteriormente citado).

A Tabela 6 mostra que para todas as praças consideradas neste estudo a estatística  $t$  apresenta significância a 1% para BMF. Também é possível notar que a razão de *hedge* varia entre 87,20% (Cascavel) e 64,77% (Sorriso). Neste período considerado, Cascavel apresentou uma razão de *hedge* levemente superior a Paranaguá (86,60%).

Comparando as Tabelas 6 e 7, as variações de preços à vista nas praças abordadas neste estudo são melhores explicadas pelos contratos da BMF (maior razão de *hedge*) que CBOT, no período então considerado. Porém é notável que a razão de *hedge* ótima dos preços à vista de Illinois é de 93,41% para CBOT.

De acordo com a Tabela 8, SA-CBOT apresenta altos valores da razão de *hedge* nas praças Paranaguá e Cascavel. Porém, conforme dito anteriormente vale a ressalva de que este contrato não apresentou eficiência (6.2.3), uma das pressuposições do modelo adotado no cálculo da razão de *hedge*.

Ao que diz respeito ao *hedge* da soja comercializada na CBOT para produtores localizados em Illinois, os dados obtidos no presente trabalho estão em uniformidade com os dados apresentados por Dorfman; Sanders (2006). Estes autores obtiveram uma razão ótima de *hedge* para a praça Illinois comercializada pela CBOT de 91,8%, no período de janeiro de 1975 a abril de 2003.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerar que a maior liquidez assegura melhores desempenhos de *hedge* da soja brasileira na bolsa de Chicago (CBOT) é comum nas diversas praças produtivas do país, porém neste raciocínio, o risco de base é negligenciado. Por tratar-se de contratos absolutamente diferentes este trabalho se propoz a calcular o risco de base em diferentes praças brasileiras. Foi possível observar que o risco da base nas operações de *hedge* por parte de agentes envolvidos neste mercado e localizados em diferentes regiões no Brasil é maior na opção pela CBOT que na opção pela BMF.

Na tendência apontada por Goldsmith *et al*, (2004), onde a maior participação na produção mundial de soja direciona-se à América Latina, é lícito afirmar que a formação de preço (sendo a soja uma *commodity* internacional) também deve deixar os EUA, fazendo com que o contrato de soja da BMF e/ou contrato de soja CBOT para América do Sul (SA-CBOT) ganhem em representatividade. Tal acontecimento permitiria mais uma boa opção de *hedge* aos agentes brasileiros (pelo aumento da liquidez de contratos com menor risco de base). Tal tendência também foi possível de ser observada, pois, as variações dos preços a vista (excessão ao preço Illinois comercializado na CBOT) considerados no presente estudo são melhor explicados pelas





variações no preço futuro da BMF. Mesmo as razões de *hedge* para os contratos da SA-CBOT são maiores que os contratos da CBOT, para as praças brasileiras consideradas. Porém, não é possível afirmar eficiência do mercado SA-CBOT, ao passo que BMF e CBOT mostraram-se eficientes.

Por fim, trabalhos científicos como este, capazes de apontar os contratos com menor risco aos agentes do complexo da soja brasileira contribui diretamente com estes agentes, apontando suas melhores opções. Em contexto científico, o presente trabalho contribui com a geração de conhecimento acerca do objeto em questão.

## 6 REFERÊNCIAS

ANDERSON, R. W.; DANTHINE, J. P. Cross-hedging. **Journal of Political Economy** 89:1182–1196, 1981.

BROWN, S. L. A Reformulation of the Portfolio Model of Hedging. **American Journal of Agricultural Economics**. v.67, n.3, Aug., 1985.

CARTER, C. A. *Commodity* future markets: A survey. **Australian Journal of Agricultural and Resource Economics**. 43. 209-247, 1999.

CASTELINO, M. –G. Hedge effectiveness: basis risk and minimum-variance hedging. **Journal of future markets**. v.12, n.2, pp.187-201, 1992.

CBOT – Chicago Bord of Trade. **Anual Balance, 2006**. Site: [www.cbot.com](http://www.cbot.com). Acesso: Jul. 2007.

CBOT – Chicago Bord of Trade. **Opções e mercados de futuros agrícolas**. Um curso para estudo em casa. Chicago: CBOT, 2000.

DORFMAN, J. H.; SANDERS, D. R. Generalized hedge ratio estimation with an unknown model. **Review of Future Markets**. v. 15, n.2, fall, 2006.

EDERINGTON, L. H. The hedging performance of the new futures markets. **Journal of Finance**. v.34, n.1, p.157-70, 1979.



GOLDSMITH, P.; LI, B.; FRUIN, J.; HIRSCH, R. Global Shifts in Agro-Industrial Capital and the Case of Soybean Crushing: Implications for Managers and Policy Makers. **International Food and Agribusiness Management Review**. v.7, n°. 2, 2004.

GRANT, D.; EAKER, M. Complex hedges: how well do they work? **Journal of Future Markets**. v.9, n.1, pp.15-27, 1989.

GRAY, R. W.; RUTLEDGE, D. J. S. The economics of commodities future markets: a survey. **Review of Marketing and Agricultural Economics**. vol. 39, n. 4, 1971

HEIFNER, R. G. Optimal *hedging* levels and *hedging* effectiveness in cattle feeding. **Agricultural Economic Research**. v.24, n.2, pp. 25-36, 1972.

HULL, J. **Fundamentos dos mercados futuros e de opções**. 4.ed. São Paulo: BMF, 2005. 597p.

JOHNSTON, J.; DINARDO, J. E. **Econometric Methods**. 4.ed., New York: McGraw-Hill. 1997.

KLINE, D. **Fundamentals of Future Market**. 1.ed. Nova Iorque: The McGraw-Hill, 2000.

LENCE, S.H.; KIMBLE, K. L.; HAYENGA, M. L. A dynamic minimum variance *hedge*. **American Journal of agricultural Economics**. v.75, n.4, pp.1063-71. 1993.

MARQUES, P. V.; MELLO, P. C. **Mercados Futuros de Commodities Agropecuárias: exemplos aplicações para o mercado brasileiro**. São Paulo: BMF, 1999.

MARQUES, P. V. **Mercados Futuros e de Opções Agropecuários**. In: ZYLBERSZTAJN, D.; NEVES, M. F. (org.). *Economia e Gestão dos Negócios Agroalimentares*. 1 ed. São Paulo: Pioneira, 2000.

MCKINNON, R. I. Futures Markets, Buffer Stocks, and Income Stability for Primary Producers. **Journal of Political Economy**. vol.75, n.6, 1967.

MELLO, P. C. **Introdução aos Mercados Futuros**. Curso: Introdução aos Mercados de Futuros – BMF. CED Facamp, 2001.



MYERS, R. J.; THOMPSON, S. R. Generalized optimal *hedge* ratio estimation. **American Journal of Agricultural Economics**. v.71, n.4, p.858-867, 1989.

SILVEIRA, R. L. F. **Álise das operações de *cross hedge* do Bezerro e do *hedge* do Boi Gordo no Mercado futuro da BMF**. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Universidade de São Paulo. Piracicaba, 2002.

WORKING, H. Concepts concerning futures markets and price. **The American Economic Review**. v.52, n.3, p.431-459, June 1962.