

ANDRÉIA REGINA OLIVEIRA DA SILVA

**A EFETIVIDADE DO HEDGE E DO CROSS-HEDGE
DE CONTRATOS FUTUROS PARA SOJA E DERIVADOS**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Economia Rural, para obtenção do título de “Magister Scientiae”.

VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
2001

ANDRÉIA REGINA OLIVEIRA DA SILVA

**A EFETIVIDADE DO HEDGE E DO CROSS-HEDGE
DE CONTRATOS FUTUROS PARA SOJA E DERIVADOS**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Economia Rural, para obtenção do título de “Magister Scientiae”.

APROVADA: 17 de julho de 2001.

Miriam Rumenos Piedade Bacchi

Viviani Silva Lório

Antônio Carvalho Campos

João Eustáquio de Lima
(Conselheiro)

Danilo Rolim Dias de Aguiar
(Orientador)

A Deus, por me fortalecer nos momentos difíceis;
e aos meus pais Enyl e Zilda e meus irmãos Enlil e Selmar,
pelo incomparável amor e incentivo.

AGRADECIMENTO

Ao professor e orientador Danilo Rolim Dias de Aguiar, não somente pelos constantes incentivos para continuar e pelo incansável apoio profissional, mas principalmente pelo ensinamento acadêmico e em especial pela amizade.

Aos professores Jaime Verruck e Gabriela Isla Vilar Martins do departamento de Economia da UCDB e aos grandes amigos Márcio Paixão Rodrigues e Mayra Batista Bitencourt, pelo incentivo, ainda na época da graduação em realizar este programa de pós-graduação que, sem dúvida, complementou e enriqueceu sobremaneira minhas capacitações acadêmicas e profissionais.

Aos membros da banca examinadora, Antônio Carvalho Campos, Viviani Silva Lório, Miriam Rumenos Piedade Bacchi, João Eustáquio de Lima e Danilo Rolim Dias de Aguiar, pelas críticas e sugestões que contribuíram para finalização do trabalho.

Agradecimento especial ao professor e conselheiro João Eustáquio Lima, pelo constante apoio na análise dos dados com a sua motivação ao aprendizado e competência ímpares.

Ao professor Robert J. Myers, da Universidade de Michigan - EUA, pela valiosa sugestão de metodologia de pesquisa empírica indispensável à consecução deste trabalho.

Ao professor e conselheiro Pedro Valentim Marques, pelo total apoio e empenho, colocando-se sempre à disposição em todas as situações em que necessitei de ajuda e orientação

À amiga Soraya e à sua mãe Dona Ilda, por todo o carinho e apoio nas horas mais difíceis.

Aos amigos Gilmarcos Oliveira Lopes (*in memoriam*), Edison Luiz Leisman e Wildson Justiniano Pinto, pelos comentários, incentivos e sugestões.

À Universidade Católica Dom Bosco (Campo Grande-MS), pela concessão de ajuda de custo no primeiro ano do Programa de Mestrado e à CAPES, pela bolsa de estudo no segundo ano.

Aos funcionários do Departamento de Economia Rural, pela colaboração no dia-a-dia, em especial, Brilhante, Graça, Carminha, Ritinha e Cida.

BIOGRAFIA

ANDRÉIA REGINA OLIVEIRA DA SILVA, filha de Enyl Pereira da Silva e Zilda Oliveira da Silva, nasceu em Campo Grande-MS, em 12 de janeiro de 1973.

Em 1997, graduou-se no curso de Ciências Econômicas, na Universidade Católica Dom Bosco (UCDB), em Campo Grande-MS.

Em janeiro de 1998, iniciou o Programa de Pós-Graduação em Economia Rural, em nível de mestrado, na Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa MG, defendendo tese em 17 de julho de 2001.

ÍNDICE

	Página
RESUMO	viii
ABSTRACT	x
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. Considerações iniciais	1
1.2. A estratégia do cross-hedge	4
1.3. O problema e sua importância	6
1.4. Objetivos	9
2. O MERCADO DE SOJA E DERIVADOS	11
2.1. Caracterização do mercado de soja e derivados	11
2.2. O mercado futuro de soja e derivados	16
3. METODOLOGIA	23
3.1. Modelo teórico	23
3.1.1. A teoria do portfólio e o uso de mercados futuros	23

	Página
3.2. Modelo analítico	26
3.2.1. Cálculo da razão ótima do <i>hedge</i>	26
3.2.2. Cálculo da efetividade do <i>hedge</i>	28
3.3. Dados e procedimentos	30
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	34
5. RESUMO E CONCLUSÕES	49
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	54
APÊNDICE	58

RESUMO

SILVA, Andréia Regina Oliveira da, M.S., Universidade Federal de Viçosa, julho de 2001. **A efetividade do hedge e do cross-hedge de contratos futuros para soja e derivados.** Orientador: Danilo Rolim Dias de Aguiar. Conselheiros: João Eustáquio de Lima e Pedro Valentim Marques.

A Bolsa de Mercadorias e Futuros - BM&F, única bolsa do Brasil onde compradores e vendedores transacionam contratos futuros, permite aos negociadores de produtos agrícolas efetuar operações de *hedge* nos mercados futuros de café arábica, boi gordo, soja, açúcar, algodão, milho e álcool. Dessa forma, o objetivo principal deste estudo é examinar a viabilidade de se utilizar o contrato de soja em grão na Bolsa de Mercadorias e Futuros - BM&F, como forma de gerenciamento de risco dos *traders* de grãos, farelo e óleo de soja ou, alternativamente, fazer um *hedge* na *Chicago Board of Trade* - CBOT. No âmbito teórico, enfoca-se a teoria do portfólio aplicada aos mercados futuros e utiliza-se um modelo empírico de minimização de risco que leva em conta as variâncias e covariâncias condicionais às informações disponíveis no momento da tomada de decisão do *hedger*. De posse deste instrumental, estima-se a razão ótima do *hedge* e, posteriormente, utilizando-se dessa razão, calcula-se a efetividade do *hedge*. A partir dessas estimações, com base na relação de preços

ex-post para os três intervalos de tempo analisados (diário, semanal e bissemanal), concluiu-se que as estratégias de *cross-hedge*, utilizando o contrato futuro da soja da BM&F, é um instrumento com baixa efetividade de administração do risco. Para o farelo de soja, apesar da baixa efetividade, constatou-se total vantagem nas operações de *hedge* com o contrato de farelo de Chicago. Quanto ao óleo de soja, apesar de algumas exceções, os resultados também foram mais favoráveis ao *hedge* feito na CBOT. Já para os agentes que negociam a soja em grão, o contrato futuro de soja em grão na bolsa nacional apresenta altos níveis de efetividade em detrimento da bolsa estrangeira. Para ambas as bolsas, as regiões de Ponta Grossa e Cascavel destacam-se com os maiores níveis de minimização da variação da receita para as operações de *hedge* de soja.

ABSTRACT

SILVA, Andréia Regina Oliveira da, M.S., Universidade Federal de Viçosa, July 2001. **The effectiveness of hedge and cross-hedge of future contracts for soybean and derivatives.** Adviser: Danilo Rolim Dias de Aguiar. Committee Members: João Eustáquio de Lima and Pedro Valentim Marques.

The Bolsa de Mercadorias e Futuros - BM&F, is the only exchange market in Brazil where buyers and sellers future contracts do business, allowing the negotiators of agricultural products to make a of hedge in the futures markets of Arabian coffee, cattle beef, soybean, sugar, cotton, corn and alcohol focus on soybean, the main objective of this study is to examine the viability of using the contract of soybean in grain in the Bolsa de Mercadorias e Futuros - BM&F, as form of risk management of traders of soybean, soybean meal and soybean oil or, alternatively, making a hedge in the Chicago Board of Trade - CBOT. In the theoretical scope, the study focus on the theory the portfolio applied to the futures markets and is used an empirical model of risk minimization that takes into account the conditional variances and covariances to the available information at the moment of taking the decision of hedging. The optimum hedge ratio and the of hedge were estimated using daily, weekly and biweekly prices. It was concluded that the strategies of cross-hedge, using the future

contract of soybean of BM&F, is an instrument with low effectiveness of management of risk. For soybean meal, despite the low effectiveness of hedge, advantage in the operations of hedge with the contract of soybean meal of Chicago was evidenced. For soybean oil, although with some exceptions, the results showed more favorable to hedge made in the CBOT. however for the agents who negotiate the soybean in grain, the future contract of soybean in grain in the national exchange market presents higher levels of effectiveness compared to the foreign exchange market. For both exchange markets, the regions of Ponta Grossa and Cascavel are distinguished with the biggest levels of minimization of variation of income for the operations of hedge of soybean.

1. INTRODUÇÃO

1.1. Considerações iniciais

Na comercialização agrícola, um dos principais problemas é a incerteza¹ a respeito de preços em um momento futuro. Essa incerteza decorre das características de cada produto e da competitividade dos mercados agrícolas. As principais alternativas para lidar com essa situação, no Brasil, partiram, até recentemente, do governo. Entretanto, o governo brasileiro, ao longo do tempo, vem reduzindo sua participação nos mercados agrícolas por meio de seus instrumentos clássicos de política agrícola. Este fato se deve à falta de recursos governamentais para financiar programas de intervenção de grande envergadura, o que implica um esgotamento das políticas tradicionais de sustentação de preços, tais como a Política de Garantia de Preços Mínimos (PGPM), por meio dos instrumentos Aquisições do Governo Federal (AGF) e os Empréstimos do Governo Federal (EGF).

Nesse cenário, as dificuldades em administrar os riscos de preços têm feito com que diferentes alternativas de comercialização sejam buscadas. Surgem, assim, novos instrumentos, tais como a Cédula do Produtor Rural

¹ Neste trabalho os conceitos de risco e incerteza são considerados sinônimos e referem-se aos casos onde não se tem a probabilidade objetiva da ocorrência de determinado evento.

(CPR), o Contrato de Opção de venda do Governo e os Mercados de Futuros e de Opções.

As negociações de contratos futuros de *commodities* agrícolas ocupam lugar de destaque em economias capitalistas mais desenvolvidas, onde esses contratos são utilizados como estratégia de gerenciamento de riscos de preços. Entretanto, no Brasil, esse instrumento tem sido ainda pouco utilizado.

Os agentes de mercado agrícola (atacadistas, cooperativas, produtores, agroindústrias, exportadores etc.) podem negociar, nesses mercados, contratos de produtos agropecuários por preço determinado para data futura, nos quais são atribuídos a vendedores e compradores direitos e obrigações.

Os contratos futuros são negociados em bolsas de mercadorias que nada mais são do que entidades sem fins lucrativos que proporcionam a seus membros uma estrutura para realização de negócios futuros. Essas entidades, dentre outras funções, fornecem local para negociações, estabelecem as cláusulas dos contratos e fazem divulgação das cotações diárias e de estatísticas referentes aos contratos comercializados. Os contratos devem ser padronizados (data de vencimento, qualidade da mercadoria, pontos de entrega etc.), para que os agentes, ao lerem o contrato, saibam exatamente o que se negocia, sem necessidade de vistoria. Cabe elucidar que as bolsas não são formadoras de preços futuros, visto que estes se formam por meio de negociações entre vendedores e compradores de contratos.

Os agentes que comercializam em bolsas de futuros são classificados como *hedgers* e especuladores. Os *hedgers* são indivíduos que participam dos mercados físico e futuro e adotam estratégia conhecida como *hedge*. Possuem interesse em uma *commodity* específica do mercado físico e buscam, na operação com contratos futuros, segurança contra variações de preços e rendas. Os especuladores, por outro lado, são os agentes que participam somente do mercado futuro, buscando obter o máximo de lucro em suas operações. Esses agentes entram e saem do mercado com rapidez, ofertando ou demandando contratos, garantindo facilidade a todos que quiserem sair ou entrar no mercado.

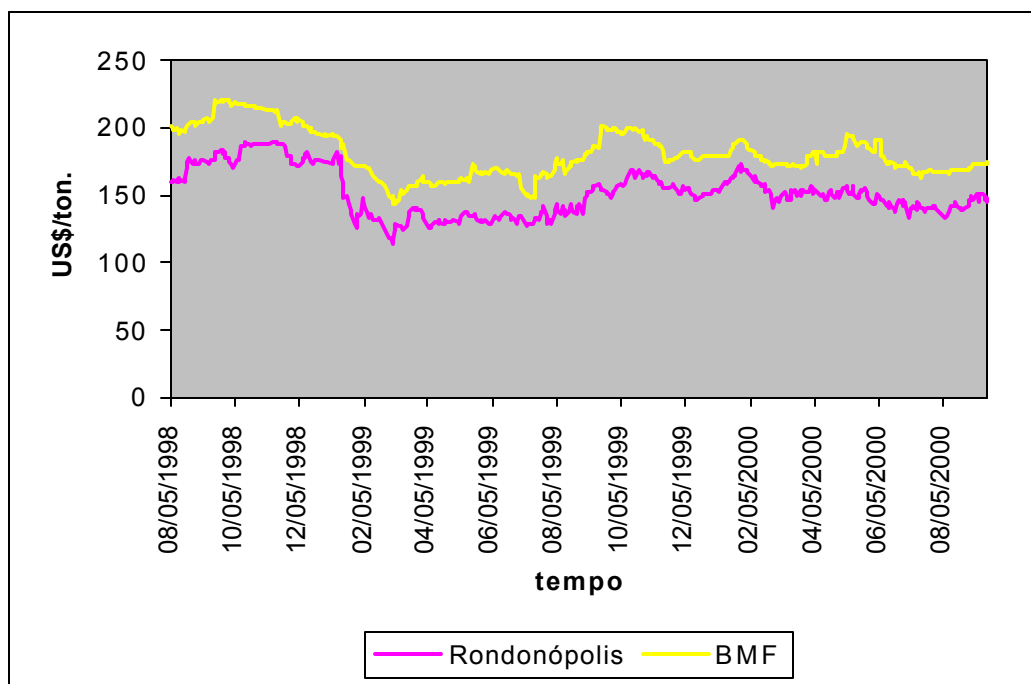
O *hedge* é uma estratégia de mercado que utiliza, simultaneamente, os mercados físico e futuro, em que são tomadas posições opostas (comprar e

vender) em cada um dos mercados. O *hedging* consiste em executar esta operação. Sabe-se que o preço do mercado futuro é determinado pelas interações entre oferta e demanda de contratos futuros. Este mercado está diretamente ligado ao comportamento do mercado físico, pois depende de expectativas que os agentes têm para comercialização futura.

Para um melhor entendimento, suponha que ocorra um período de seca prolongada na região de Mato Grosso, principal produtora de soja. Por meio dessa informação, o primeiro efeito que se percebe é uma elevação da cotação desta *commodity* na Bolsa de Mercadorias e Futuros (BM&F), visto que se espera escassez deste produto no futuro. Todavia, o conhecimento desse fato permite que os agricultores e estocadores de soja também desejem receber mais por seu produto, já que sabem que o preço no futuro terá de aumentar em razão da escassez do produto. Com isso, os preços aumentam tanto no mercado futuro quanto no físico. Alternativamente, excesso de oferta provocaria queda de preços em ambos os mercados.

O *hedge* pode ser de compra, em que inicialmente se vende no mercado físico e se compra no mercado futuro, ou de venda, quando, inicialmente, se compra no mercado físico e se vende no mercado futuro. Considerando o fato de que os mercados caminham no mesmo sentido, uma perda em um dos mercados seria parcial ou totalmente compensada pelo ganho obtido no outro mercado. Assim, a operação proporcionaria segurança, ou seja, se os preços aumentassem nos dois mercados, o *hedger* ganharia no mercado em que ele havia inicialmente comprado e teria prejuízo no mercado em que ele havia vendido. No caso de os preços caírem, o *hedger* ganharia no mercado onde havia vendido e teria prejuízo onde havia comprado. Esse tipo de estratégia, com algumas possíveis variantes, é a forma como agricultores, cooperativas, agroindústrias e demais agentes de comercialização agrícola poderiam reduzir seus riscos de preços.

A título de exemplo, a Figura 1 ilustra o comportamento das séries de preços da soja na região de Rondonópolis e as cotações no mercado futuro da mesma mercadoria.



Fonte: FNP e BM&F.

Figura 1 - Comportamento dos preços a vista em Rondonópolis, MT e futuros da soja em grão, 1998-2000.

Note-se que os preços caminham no mesmo sentido em diversos períodos. Essa correlação entre preços a vista e futuro é importante para o sucesso do *hedge*. Se os dois variarem exatamente na mesma intensidade, haveria o *hedge* perfeito, em que o lucro em um mercado compensaria exatamente a perda em outro. Caso a correlação não seja perfeita, poderá haver ganho líquido ou perda líquida por parte do *hedger*. Portanto, o *hedge* poderá ser mais ou menos efetivo, dependendo do comportamento do preço a vista e futuro.

1.2. A estratégia do cross-hedge

Na impossibilidade ou inviabilidade de se fazer um *hedge* com contratos futuros do próprio produto, é possível fazer a operação de *hedge* com produto diferenciado da *commodity* negociada no mercado físico, o que é denominado é denominada *cross-hedge*. Quando a *commodity* envolvida é de qualidade bastante diferente daquela representada pelo contrato futuro, ou em um lugar

remoto daquele relacionado com o preço do contrato, os riscos assumidos pelos *hedgers* tendem a ser bem maiores (WORKING, 1953). Entretanto, justifica-se o uso desta operação quando não se tem um contrato específico para o ativo-base.

Existem, na literatura, vários estudos voltados para o *cross-hedge*, em razão de esta ser uma prática comum aos investidores americanos e também por ter sido responsável por fracassos de contratos futuros. Com enfoque diferente do presente estudo, esta afirmação pode ser calcada em resultados empíricos do estudo de HIERONYMUS (1977), que demonstrou que o mercado futuro de milho foi o responsável pelo fracasso do contrato futuro de sorgo, uma vez que ele não oferecia redução de risco adequada e liquidez compensatória quando comparado ao contrato de milho.

VUKINA e ANDERSON (1993) investigaram a possibilidade de se efetuar *cross-hedge* para a farinha de peixe que não possui contrato futuro, fazendo o uso de contrato de farelo de soja. O enfoque utilizou, sucessivamente, atualizações fora da amostra, prognosticando a aproximação subjetiva de expectativa de preços. Na pesquisa obtiveram-se resultados satisfatórios do uso de farinha de peixe na região de Atlanta, mediante contrato futuro de farelo de soja da bolsa de Chicago. Dessa forma, os resultados justificaram o uso de operações de *cross-hedge*.

LEUTHOLD e DITSCH (1996) compararam a efetividade do *hedge* e do *cross-hedge* em três contratos, quais sejam, contrato futuro de porco vivo, contrato baseado em um índice de preços (formado por quatro cortes de carne) e contrato de barriga de porco congelada. Foram simuladas operações de *hedge*, de curto e longo prazo, utilizando dados semanais. Utilizou-se um modelo de MYERS e THOMPSON (1989), em que as variâncias e covariâncias são condicionais às informações e uma equação simples diferenciada em que as variâncias e covariâncias são incondicionais às informações. Os resultados mostraram que contratos futuros de carcaça de porco (índice) tiveram melhor desempenho que os contratos de porco em pé ou barriga de porco congelada. Para mensurar a efetividade utilizou-se o R^2 nas regressões, com enfoque de

informações incondicionais, e o R^2 ajustado, nas aplicações de MYERS e THOMPSON (1989).

COFFEY et al. (2000) estimaram a razão ótima do *cross-hedge* para subprodutos de grãos (glúten de milho e grãos secos de destilarias), usados como alimento para bovinos, mediante contratos de milho e contratos de farelo de soja, da CBOT. O risco associado a essa razão do *cross-hedge* foi mensurado para determinar se a operação de *cross-hedge* reduz o risco de preço. Verificou-se, como resultado, que as operações de *cross-hedge* foram favoráveis à administração de risco para os produtores de leite e de bovinos.

1.3. O problema e sua importância

Os produtos da cadeia da soja, grão, farelo e óleo bruto são de grande importância nas pautas de comercialização nacional e internacional e possuem forte volatilidade de preços. Entre os principais produtores e exportadores mundiais dos produtos desse complexo está o Brasil, que participa com 20% da produção de soja, sendo o segundo maior exportador de farelo e óleo de soja (AGRIANUAL, 2000).

São muitos os fatores que causam a volatilidade dos preços futuros de soja, dentre os quais se destacam²: 1) As informações inesperadas sobre o nível de produção dos países concorrentes, particularmente da Argentina e dos Estados Unidos e, sobre as quantidades demandadas por importadores de grãos e derivados; 2) O nível do consumo interno da cadeia da soja, em especial de derivados como farelo de soja, que é destinado à bovinocultura, à suinocultura e à avicultura, e o óleo de soja, que está presente no regime alimentar brasileiro; 3) O nível de preço internacional para os referidos produtos; 4) As perdas de produção em decorrência de catástrofes climáticas, pragas nas plantações, armazenagens inadequadas e estiagem em fase de desenvolvimento da lavoura; 5) A disponibilidade de produtos substitutos para a cadeia da soja; e 6) O grau de

² Baseado em BOLSA DE MERCADORIAS DE SÃO PAULO - BMSP (1995), SILVA (1998), MARQUES e MELLO (1999) e AGRIANUAL (2000).

aceitação mundial da soja transgênica no mercado externo como produto substituto da soja, não transgênica.

Além desses fatores, pode-se citar o nível de subsídio adotado por países competidores no mercado mundial. Segundo a AGRIANUAL (2000), o Brasil e a Argentina, até por serem países exportadores, são dos que menos subsidiam a soja. A ajuda oficial é muito maior nos países industrializados e consumidores. Nos Estados Unidos, por exemplo, há sobretaxa de 20,8% sobre o valor do óleo de soja importado. Para outros óleos, como girassol, algodão e milho, a média é de 9,2%. No Japão, não há tarifa para soja em grão; no entanto, para o óleo de soja entrar no país a tarifa incidente é de 28%.

Diante dessa questão, surge a importância dos mercados futuros na proteção contra flutuações de preços e rendas. A Bolsa de Mercadorias e Futuros - BM&F, única bolsa do Brasil onde compradores e vendedores transacionam contratos futuros agrícolas, permite aos negociadores de produtos agrícolas efetuar operações de *hedge* nos mercados futuros de café arábica, boi gordo, soja, açúcar, algodão, milho e álcool.

Para os produtos da cadeia da soja, a única *commodity* que possui um contrato futuro na BM&F é a soja em grão. Dos contratos comercializados na BM&F, o que mais se aproxima do óleo e do farelo de soja é o da soja em grão.

Haveria, assim, possibilidade de utilização do contrato de soja em grão como forma de gerenciamento de risco dos *traders* de farelo e óleo ou, alternativamente, poder-se-ia fazer um *hedge* em bolsas estrangeiras. Também ao *trader* de soja em grão caberia a alternativa de fazer um *hedge* em outras bolsas. A Chicago *Board of Trade* -CBOT, localizada nos Estados Unidos, classificada como a maior bolsa de futuros do mundo, negocia contratos de soja em grão, farelo e óleo bruto. LAZZARINI (1997) realizou uma avaliação comparativa entre os instrumentos alternativos de gestão de riscos de preços no sistema agroindustrial da soja brasileiro, destacando a competição entre contratos futuros de soja em grão negociados em bolsas distintas (BM&F e a CBOT) utilizando testes estatísticos para mensurar, comparativamente, a efetividade do *hedge*. Analisou-se o período de janeiro de 1996 a janeiro de 1997. Foram detectadas

diferenças significativas entre essas bolsas, o que indica que, embora o contrato da BM&F seja mais específico às condições locais brasileiras e apresente vantagem para esta bolsa, muitas organizações passam a realizar operações na CBOT, principalmente pela sua maior liquidez, o que condiz com a idéia de *trade-off* entre custos de transação e efetividade do *hedge*. Desta forma, pode-se suspeitar que a possível maior aderência do contrato da BM&F às condições brasileiras parece não constituir vantagem competitiva suficiente para suplantarmos a vantagem do contrato da CBOT, em termos de liquidez.

A operação de *cross-hedge* é feita com produtos que possuem características distintas, tais como funções de oferta e demanda, fretes e expectativas de preços. Por essa razão, pode ocorrer que o preço a vista desses produtos processados e o preço futuro da soja em grão não variem na mesma magnitude e no mesmo sentido, no período de fechamento do contrato, o que comprometeria a efetividade do *hedge*. A efetividade do *hedge* é a proporção da variância da receita que pode ser eliminada quando se utiliza um portfólio com a razão ótima do *hedge* (parcela da posição do mercado físico que deve ser coberta com posição no mercado futuro).

Segundo WORKING (1953), os *hedgers* preferem utilizar um instrumento de *hedge* imperfeito que possua custos mais baixos a um *hedge* eficiente com custos mais altos. Naturalmente, para que um contrato futuro ofereça custos menores é necessário que tenha liquidez. TELSER e HIGINBOTHAM (1977) constataram que o benefício em mercados organizados é uma função crescente do número de potenciais participantes que reduzem, ao mesmo tempo, os custos marginais. Existem evidências empíricas que os *traders* de soja negociem na CBOT, em virtude de esta oferecer aos operadores maior liquidez e menores custos, tais como comissões, taxas e margens de garantia (LAZZARINI, 1997).

Os preços futuros praticados no pregão da BM&F refletem o preço médio da soja no Brasil, que capta todos os efeitos decorrentes de fatores que influem no processo de formação de preços, tais como sazonalidades no hemisfério sul (inversas, em relação ao hemisfério norte) e taxas de juros

fortemente discrepantes, se comparar o mercado financeiro brasileiro com os mercados externos. É justamente essa característica de estreita correlação entre os preços futuros da BM&F e os preços praticados no mercado disponível brasileiro que permite notável estabilidade das bases internas³ de soja, quando calculadas a partir das cotações do Contrato Futuro da BM&F (BOLSA DE MERCADORIAS & FUTUROS - BM&F, 1997a).

Neste cenário, as hipóteses a serem testadas neste trabalho são que, para a *commodity* soja, espera-se que o contrato da BM&F seja mais efetivo do que o da CBOT e, para o farelo de soja e óleo de soja, que os contratos da bolsa de Chicago sejam os instrumentos mais efetivos para administração do risco. Isto porque a proximidade entre as características dos produtos nos mercados físico e dos contratos futuros deve originar maior correlação entre esses preços do que se teria por meio de um *hedge* adotando contratos com desenhos contratuais menos específicos para o produto base.

A diferença entre a pesquisa de LAZZARINI (1997) e a que se propõe neste estudo é a análise de instrumentos alternativos de minimização dos riscos de preços para os negociadores das *commodities* óleo e farelo de soja. Assim, o problema restringe-se a verificar se a utilização do *hedge* de soja pode servir como ferramenta efetiva de administração do risco para os compradores e vendedores de farelo e óleo de soja. Além disso, mesmo no caso da soja em grão, o período e as regiões analisadas neste estudo diferem dos de LAZZARINI (1997), assim como os métodos usados são diferentes.

1.4. Objetivos

O objetivo geral deste trabalho é comparar a viabilidade da operação de *hedge* para os *traders* do cadeia da soja brasileiro, com contratos de soja em grãos da BM&F, com as operações de *hedge* da CBOT, em que seriam

³ Diferencial entre o preço de determinado vencimento futuro, em dado momento, e o preço da soja física no mercado disponível em uma praça qualquer, em território nacional.

utilizados contratos de soja em grão, farelo e óleo bruto de soja. Mais especificamente, buscou-se:

- a) Estimar a proporção de contratos futuros que deva ser comprada (*hedge* de compra) ou vendida (*hedge* de venda) para minimizar o risco da variação da receita dos *hedgers* brasileiros de soja em grão, farelo e óleo bruto, em relação aos contratos de CBOT e da BM&F;
- b) Determinar quais as alternativas de *hedge* seriam mais efetivas para todas as categorias de *hedger* e para cada região de produção.

2. O MERCADO DE SOJA E DERIVADOS

2.1. Caracterização do mercado de soja e derivados

A soja e seus derivados participam ativamente do mercado mundial, movimentando grandes cadeias agroindustriais destinados tanto à alimentação humana quanto à alimentação animal. No cenário internacional, de uma oferta mundial, estimada para a safra 2000/2001, da ordem de 166.568 milhões de toneladas, os Estados Unidos, o Brasil e a Argentina constituem os maiores produtores (AGRIANUAL, 2001).

Os Estados Unidos, cuja participação é de 50% da produção mundial de soja, além de serem grandes consumidores são também os maiores exportadores da soja em grão. O Brasil é responsável por cerca de 20% da produção mundial de soja, sendo também o segundo maior exportador de farelo e óleo de soja. A Argentina tem participação média de 11,90% na produção mundial de soja em grãos e vem expandindo suas exportações em ritmo acelerado, estando, atualmente, na primeira posição de exportadora de derivados de soja (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE ÓLEOS VEGETAIS - ABIOVE, 2000).

A China está classificada como grande produtora de soja, porém não possui participação na oferta internacional, visto que consome a maior parte de

sua produção. Ao contrário do que acontece com este país, a soja não tem tradição no regime alimentar brasileiro, razão pela qual sua utilização interna é extremamente reduzida, e seu principal destino é a obtenção de óleo e farelo de soja, estes derivados são produtos conjuntos, ou seja, quando se retira o óleo resulta o farelo.

A soja é um alimento de suma importância para melhorar o regime alimentar do brasileiro. Embora não esteja presente na alimentação cotidiana muitos são os esforços despendidos pelas entidades pesquisadoras para implementar o consumo, devido à excelente fonte de proteína e aos preços bastante inferiores, quando comparados aos da carne.

Segundo ROESSING e GUEDES (1993), algumas entidades privadas e oficiais vêm realizando pesquisas com vistas em criar produtos de soja que sejam aceitos pela população. O CNPSO (Centro Nacional de Pesquisa de Soja), da EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária), vem coordenando e realizando extenso programa de pesquisa de soja destinado à alimentação humana.

O programa Melhoramento de Soja do departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa tem apresentado expressiva participação no mercado brasileiro, realizando pesquisas voltadas para a soja com aspectos específicos para a indústria em melhoramento de sabor do alimento.

Historicamente, esta leguminosa se originou no extremo oriente e, no início do século, foi introduzida nos Estados Unidos. Já nos solos brasileiros, a sojicultura iniciou-se em São Paulo, por imigrantes japoneses, e começou a expandir-se nos Estados do Rio Grande do Sul e Paraná, e, posteriormente, no Brasil Central, principalmente nos Estados de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul. Esta oleaginosa possui forte adaptabilidade, em razão das condições agroclimáticas e de novas tecnologias desenvolvidas (variedades melhoradas) para regiões que não ofereciam condições de cultivo, tal como o cerrado da região Centro-Oeste.

Atualmente, o cultivo da soja encontra-se bastante disperso no território nacional, concentrando-se nas regiões Sul, Centro-Oeste, parte da região Sudeste,

Bahia, Maranhão e Rondônia. Aliados a essa expansão estão o surgimento e a ampliação de novas indústrias de esmagamento, refinamento e enlatamento, ou seja, desenvolveu-se toda uma estrutura necessária para acompanhar, paralelamente, o cultivo dessa *commodity*, além, das indústrias de fertilizantes, insumos, máquinas e implementos agrícolas.

O ciclo da produção da soja, em razão de inúmeras variedades existentes e das condições ambientais, varia de 80 a 200 dias (SEDIYAMA et al., 1996). A colheita brasileira é realizada no período de janeiro a junho; o início e o término variam de região para região. Os EUA, primeiros no ranking de exportação, realizam a colheita nos meses de agosto e setembro, o que influencia fortemente, os preços no mercado brasileiro.

Na *Chicago Board of Trade* (CBOT), a maior do mundo em termos de soja e derivados, concentram-se os maiores negociadores do mundo, que ditam a tendência dos preços tanto da soja quanto de seus derivados, produtos essencialmente de exportação. MARQUES e MELLO (1999) enfatizaram que, na entressafra americana, o mercado de soja no Brasil é um mercado de formação de preço de fora para dentro, isto é, da cotação na CBOT para o preço em Paranaguá e de lá, interiorizado até chegar ao produtor. Na época de safra americana cai muito o nível de exportação do produto brasileiro, e a formação do preço é feita a partir dos preços dos subprodutos farelo e óleo de soja. Em ambos os casos, o preço em nível de produtor depende também da concorrência local com outros compradores, da urgência da empresa em garantir estoques para moagem, dos custos de transportes e de outros fatores.

BARROS e MAFIOLETTI (2000) pesquisaram o processo de formação dos preços da soja no Brasil, tanto entre níveis de mercado quanto entre as principais regiões produtoras. A análise entre níveis de mercado abrangeu a década de 90 e seus resultados foram comparados aos obtidos de outros estudos que abrangeram a década de 80, a fim de averiguar mudanças que possam ser atribuídas ao processo de liberalização comercial e de abertura econômica. Os métodos utilizados foram as análises de causalidade e de elasticidade de transmissão de preços. Os resultados evidenciaram algumas mudanças na

formação dos preços da cadeia da soja, como ausência de causalidade e de elasticidade de transmissão de preços internos e externos para o óleo, no atacado. No entanto, a causalidade dos preços do óleo no atacado para o óleo no varejo, no mercado interno, continuou ocorrendo. Os preços da soja em grão continuam sendo estabelecidos pelo mercado internacional (bolsa de Chicago). Os preços internos e externos do farelo continuam apresentando relação bicausal, de acordo com as evidências empíricas, dada a grande importância do Brasil no mercado mundial de farelo.

A expansão da sojicultura no Brasil deve-se, principalmente, às oportunidades surgidas no mercado internacional. Conforme a ABIOVE (2000), segundo dados oficiais, em 15 de agosto os registros de exportação de soja em grão atingiram 8,8 milhões de toneladas, na safra 1998/1999; 9,9 milhões de toneladas na temporada seguinte; e 10,3 milhões em 2000/2001. A cadeia da soja é o principal item do balanço comercial brasileiro, dada a exportação de US\$ 3,8 bilhões em 1999.

Basicamente, o setor da agroindústria é composto pela indústria de moagem e refino de óleo, obtendo, em média, no processo de esmagamento, cerca de 79% de farelo de soja e 18% de óleo bruto. Esta cultura é a principal fonte de óleo comestível da população brasileira, já que cerca de 90% do óleo é consumido no mercado nacional. A indústria brasileira produz farelo de soja, que também é ofertado no mercado interno e externo. Segundo a ABIOVE (1997), os Estados do Paraná, Rio Grande do Sul e São Paulo destacam-se, dada a capacidade instalada de processamento de oleaginosas, com 30%; 25% e 11%, respectivamente, de um total de 117.875 ton./dia.

O farelo de soja é, principalmente, utilizado na elaboração de rações para avicultura, suinocultura e bovinocultura e apresenta maior teor de proteína quando comparado aos concorrentes no mercado internacional (Tabela 1). No que tange à concorrência com outras oleaginosas, o óleo, porém, concorre no mercado mundial com diversos substitutos. Entretanto, apesar de esta *commodity* sofrer fortes concorrências no mercado mundial, o Brasil investe na exportação deste produto e destaca-se no ranking de exportação.

Tabela 1 - Rendimento percentual das oleaginosas

Produto	Óleo	Farelo	Proteína (do farelo)	Gordura
Soja	18	79	49	1,4
Girassol	42	54	42	2.9
Amendoim	42	57	48	1.3
Colza/Canola	38	59	38	1.7
Caroço algodão	16	45	41	1.4
Palma	20	0	0	0.0
Palmiste*	49	51	18	3.5

Fonte: FRANÇA Jr. (2000).

*Amêndoa do fruto da palma (8% do fruto).

Um aspecto importante, abordado por SEDIYAMA et al. (1996), é que existe uma correlação negativa entre a porcentagem de óleo e a porcentagem de proteína. Alto teor de óleo associa-se à floração e à maturação precoce. Maiores temperaturas favorecem maiores teores de óleo, enquanto temperaturas mais baixas favorecem maiores teores de proteínas. De modo geral, tem-se em média, cerca de 20% de óleo e 40% de proteína.

A comercialização da soja em grãos no Brasil inicia-se de dois a três meses antes do plantio e estende-se por quatro e cinco meses após a colheita. Cabe ressaltar que o pico de comercialização ocorre no mês de abril, em virtude de o período da colheita se estender de janeiro a junho.

A BM&F (1997a) apresenta três segmentos de comercialização da soja, quais sejam: 1) Exportação, que tem participação de elevado número de cooperativas, exportadores nacionais e multinacionais, com destino à Europa e à Ásia por meio de portos tradicionais (Rio Grande, Paranaguá, Santos, etc.); 2) Indústrias, que têm participação de, aproximadamente, 75% na comercialização de soja; além do abastecimento interno dos subprodutos, também os exportam,

mas em proporções diferentes; 3) Sementes, cujos preços de comercialização variam de 25% a 50% acima dos preços de exportação ou pagos pelas indústrias, dependendo da variedade e da demanda preferencial, além da expectativa da área a ser semeada. Normalmente, o produtor não retém semente própria, preferindo adquiri-las de empresas e cooperativas que se dedicam à pesquisa, à seleção, ao manuseio e à conservação das sementes, com controle e fiscalização dos órgãos oficiais.

2.2. O mercado futuro de soja e derivados

O fundamento do mercado futuro está no compromisso, mediante contrato, entre compradores e vendedores, com determinado produto ou ativo, em que preços e quantidades são determinados no momento atual para uma data futura. Nesse mercado são negociados contratos que se dividem em contratos a termo, futuros e de opções. Os contratos futuros são objeto de análise neste trabalho.

A primeira bolsa no desenvolvimento de contratos de negócios futuros foi a *Chicago Board of Trade* - CBOT, fundada⁴ em 1848. A mesma razão que levou ao surgimento da CBOT (problemas de comercialização que resultaram em sérios prejuízos tanto para os produtores como para os compradores), fez surgir, no Brasil, em 1917, a Bolsa de Mercadorias de São Paulo - BMSP. Na bolsa nacional, entre os demais contratos transacionados, iniciou-se, na década de 80, a negociação do contrato de soja, que devido à falta de liquidez, deixou de ser comercializado ainda na mesma década.

Nos Estados Unidos, em 1936, foi lançado na CBOT o contrato de soja e, em 1950/51, iniciou-se a negociação dos contratos de farelo e óleo de soja, com extraordinário êxito na comercialização do complexo, haja vista, dentre outros motivos, a maior liquidez do produto (CHICAGO BOARD OF TRADE - CBOT, 2000). Os contratos futuros negociados em bolsa são padronizados, ou seja, caracterizam-se por padrões de qualidade do ativo-base, quantidade, datas de

⁴ Maiores informações ver CBOT (2000).

entrega e procedimentos de liquidação. Assim, obedecem-se às especificações dos contratos da cadeia da soja da CBOT.

O primeiro contrato a ser especificado é o que possui, como objeto de negociação, a soja em grão⁵ amarela n.º 2 e variedades substitutas estabelecidas pela bolsa. A unidade de negociação é de 5.000 *bushels* (136,07145 ton.). A soja é cotada em centavos e quartos de centavos por *bushel* (27,21429 quilos). Os meses de vencimento são setembro, novembro, janeiro, março, maio, julho e agosto. O último dia de negociação é o dia anterior ao dia 15 do calendário do mês do vencimento do contrato.

O contrato de farelo⁶, de Chicago, é de uma categoria de farelo de soja com mínimo de 48% de proteína. A unidade de negociação, ou seja, o tamanho do contrato é de 2.000 libras/ton., o que equivale a 100 toneladas. O farelo possui cotação em dólares e centavos por tonelada. Os meses de vencimento do contrato são outubro, dezembro, janeiro, março, maio, julho, agosto e setembro. O último dia de negociação é o dia anterior ao dia 15 do calendário do mês do vencimento do contrato.

Para o contrato futuro com o objeto de negociação óleo de soja bruto⁷, a unidade de negociação é de 60.000 libras (3.000 ton.) de óleo. A cotação da *commodity* está em centavos de dólar e libra. Os meses de vencimento do contrato são outubro, dezembro, janeiro, março, maio, julho, agosto e setembro. A especificação para o último dia de negociação é o dia anterior ao dia 15 do calendário do mês de vencimento do contrato.

A década de 80 foi marcada, no Brasil, pelo surgimento de duas bolsas - a Bolsa Brasileira de Futuros (BBF), fundada em 1983, e a Bolsa Mercantil & Futuros - BM&F, fundada em 1985. Em maio de 1991, houve a união da BMSP (1917) com BM&F, criando, assim, a Bolsa de Mercadorias e Futuros de São Paulo - BM&F, com permanência da mesma sigla. Em meados de 1997, houve a

⁵ Ver CBOT (1999a).

⁶ Ver CBOT (1999b).

⁷ Ver CBOT (1999c).

segunda fusão entre bolsas no mercado nacional, da BBF (1983) com a BM&F (1991), consolidando o mercado nacional em uma única bolsa (MARQUES e MELLO, 1999).

Em 20 outubro de 1995, reiniciou-se a negociação do contrato cambial⁸ de soja em grão na Bolsa de Mercadorias e Futuros (BM&F, 1997b), cujas especificações se encontram a seguir:

O objeto de negociação na BM&F é a soja em grão a granel, do tipo exportação, conforme padrão do Conselho Nacional do Comércio Exterior (CONCEX). A unidade de negociação é 27 toneladas métricas, correspondentes a 450 sacas de 60 kg líquidos, uma carreta, aproximadamente, de 1.000 *bushels*.

A cotação era dada em pontos por 60 kg líquidos, com duas casas decimais, sendo cada ponto equivalente à taxa de câmbio do real por dólar dos EUA. Os meses de vencimento são março, maio, julho, setembro e novembro e, a partir de 1996, foi introduzido o mês de fevereiro. A especificação para o último dia de negociação era o último dia útil do mês do vencimento.

As condições de liquidação eram, exceto por acordo, expressas entre as partes, e não poderia ocorrer liquidação por meio da entrega de mercadoria, objeto de negociação do contrato futuro. Ao se encerrar o pregão da data de vencimento, todos os contratos ainda em aberto eram liquidados, financeiramente, no dia útil subsequente, pelo valor correspondente ao Preço Nacional da Soja (PNS), que era um indicador de preços internos, verificado na data de vencimento e calculado pela Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas (FIPE), da Universidade de São Paulo, e divulgado pela BM&F.

A Agência Estado, pertencente ao Jornal Estado de São Paulo, fazia um levantamento dos preços no mercado de atacado para pagamento à vista junto a informantes selecionados de oito regiões. Após coleta desses dados, a FIPE calculava uma média geométrica por região em reais, por saca de 60 quilos. A partir desse procedimento, utilizavam-se estes preços médios para calcular o PNS, fazendo-se uma ponderação que era determinada pela participação

⁸ Contrato cotado em dólar dos EUA, porque foi feito em tempo de muita instabilidade da moeda nacional.

percentual dos estados aos quais pertenciam as regiões na produção nacional. Quando a BM&F o divulgava, este preço era expresso em dólares dos Estados Unidos, onde se utilizava a taxa de câmbio comercial dessa moeda, determinada como a média entre as operações de venda de dólares por reais.

Em 1997, houve alteração contratual quanto à especificação de liquidação financeira que era feita pela FIPE (USP) em convênio com a BM&F e Agência Estado. O contrato cambial de soja passou a ser liquidado pelo Indicador de Preços da Soja ESALQ/BM&F, conforme ofício circular⁹ 107/97-Sg de 27 de agosto de 1997.

A referida circular estabeleceu que os contratos futuros de soja a serem efetuados para os vencimentos julho de 1998 (inclusive) em diante, seriam objeto de liquidação financeira, no último dia de negociação, contra o valor do indicador apurado na mesma data. O novo indicador passou a ser divulgado pelo Boletim diário da BM&F.

O Indicador de Preços de Soja ESALQ/BM&F¹⁰ é uma média geométrica ponderada dos preços observados no Estado do Paraná para transações no mercado de lotes (atacado, disponível) entre vendedores (produtores/cooperativas) e compradores (indústria/exportadores). Para obtenção do Indicador, o Estado do Paraná foi dividido em cinco regiões: Porto de Paranaguá, Ponta Grossa, Sudoeste, Oeste e Norte. Em cada região, é consultada, diariamente, uma amostra representativa de participantes do mercado (compradores, vendedores e corretores) para coleta dos preços para compor o indicador.

Os preços considerados no cálculo do indicador apresentam duas categorias: (a) Preços efetivos, representativos de negócios efetivamente realizados; e (b) Preços nominais, que se enquadram no princípio de arbitragem, conforme explicado a seguir. Outros preços nominais são excluídos.

Em regiões onde tenham sido realizadas negócios, são determinados a média aritmética simples dos preços efetivos e o desvio-padrão da amostra. Para

⁹ Ver BM&F (1997b).

¹⁰ As referências aqui feitas à liquidação financeira são baseadas em BM&F (1997b).

cálculo da média regional são considerados os preços que se situam num intervalo de dois desvios-padrão abaixo e acima da média dos preços efetivos, sendo os demais excluídos.

Em regiões onde não tenham havido negócios, no cálculo da média aritmética regional, são considerados os preços nominais que se enquadram no critério de arbitragem, ou seja, que não difiram, estatisticamente, da média de preços de outras regiões onde tenham sido feitos negócios por um valor superior ao frete relevante. Na análise do critério de arbitragem são determinados a média aritmética e o desvio-padrão dos preços nominais da região em apreço e calculado um intervalo de aceitação dado pela média ou pelo menos dois desvios-padrão.

São determinados, também, os preços de arbitragem para essa região, dados pelos preços médios de outras regiões com negócios realizados, somados ou subtraídos os respectivos fretes. Então, para que os dados nominais de determinada região sejam aceitos para compor o Indicador, é necessário que pelo menos um preço de arbitragem caia no intervalo de aceitação dessa região. A média regional será, a seguir, determinada com base nos dados contidos na região de aceitação.

No caso de, em certa região, não existirem preços efetivos ou preços nominais que atendam ao princípio de arbitragem, essa região não será considerada. A sua participação é distribuída proporcionalmente entre as demais para cálculo do Indicador. No caso de nenhuma região apresentar preços efetivos para cada região, será mantido o intervalo de aceitação do dia anterior. O indicador será determinado pela média geométrica geral das médias aritméticas simples regionais ponderadas pelas participações relativas das regiões na capacidade estática total de esmagamento do Estado do Paraná, no ano imediatamente anterior. Essas participações serão atualizadas anualmente.

Os preços expressos em R\$/saca são convertidos em US\$/saca, em que se utilizam a taxa de câmbio média de compras e a venda do dólar por reais, divulgada pelo Sistema Integrado do Banco Central (SISBACEN).

No final da década de 90, a BM&F decidiu fazer uma alteração no contrato de soja, substituindo a liquidação por índice de preços pelo modelo clássico de liquidação por entrega. Esta decisão ocorreu, simultaneamente, com a aprovação judicial de abertura à participação dos investidores estrangeiros nos mercados de derivativos agropecuários, ocorrida no final da década de 90.

Além da mudança para liquidação por entrega, a cotação passou a ser em dólares dos EUA por 60 quilos, e a especificação do último dia de negociação alterou-se para o sétimo dia útil anterior do mês de vencimento.

Nesse contexto, a operação de não-residentes foi aprovada, sobretudo com o intuito de atrair liquidez aos contratos futuros. Para o contrato futuro de soja, esta era uma condição necessária ao desenvolvimento deste, dado o significativo grau de inserção do cadeia da soja brasileiro na economia agrícola mundial. Antes da liberalização, a participação de não-residentes era concedida apenas aos investidores e especuladores estrangeiros que negociavam por intermédio de suas filiais brasileiras e participavam dos negócios com o contrato de soja.

As negociações para os não-residentes na Bolsa de Mercadorias e Futuros (BM&F) iniciaram-se em 08 de dezembro de 1999 (RESENHA BM&F, 1999a), e, até 20 de setembro de 2000, havia negociações do contrato futuro cambial de soja em grão a granel (SOY) e do contrato futuro de soja em grão a granel (ISO). A partir de 20 de setembro do ano de 2000, apenas o ISO passou a ser negociado tanto por investidores residentes quanto pelos os não - residentes.

A operação desses investidores estrangeiros dá-se mediante corretoras associadas à bolsa, as quais se utilizam de conta corrente e de custódia mantida em nome da BM&F em Nova Iorque, para depósitos de margens e recebimento de ajustes diários referentes a negócios.

Sabe-se que a quantidade de contratos futuros negociados é fator relevante para que o investidor (*hedger* e especulador) possa escolher a melhor alternativa de proteção ao risco. Na BM&F, esse fator tornou-se preocupante, visto que o contrato de soja em grão tem apresentando baixa liquidez. Por exemplo, em 1998, o volume de contratos de soja transacionados foi de 13.849,

reduzindo para 13.332, em 1999 e para apenas 2.243, em 2000 (RESENHA BM&F, 1998, 1999b, 2000).

3. METODOLOGIA

Neste capítulo encontram-se os elementos básicos à compreensão da aplicabilidade da teoria do portfólio na análise do *hedge* ótimo, bem como o modelo empírico que possibilitará avaliar a efetividade do *hedge* e do *cross-hedge* no mercado brasileiro.

3.1. Modelo teórico

3.1.1. A teoria do portfólio¹¹ e o uso de mercados futuros

A teoria do portfólio admite que os mercados são formados por agentes que objetivam maximizar riqueza, minimizando o risco ou maximizando a receita. Nesse contexto, o risco pode ser conceituado como uma condição própria de um investidor ante à possibilidade de perder ou ganhar dinheiro. Markowitz (1952), citado por MYERS e BREALEY (1992), chamou atenção para a prática comum da diversificação das carteiras e mostrou exatamente como um investidor pode reduzir o desvio-padrão da rentabilidade da carteira por meio da escolha de ações cujas oscilações não sejam correlacionadas. Markowitz desenvolveu ainda

¹¹ Combinação de ativos (títulos), também denominada carteira de títulos.

os princípios básicos da construção de uma carteira, que são a base para a maior parte do que se pode dizer sobre a relação entre risco e rentabilidade.

A teoria sugere a hipótese que há um *trade-off* entre retorno esperado e variância do retorno, sendo o retorno esperado uma expectativa do retorno sobre a média, enquanto a variância do retorno mensura o risco do portfólio. Assim, o *hedger* que tem aversão ao risco, ao confrontar-se com um critério de avaliação entre diferentes portfólios, dará preferência ao portfólio com a mais baixa variância e ao que oferecer a mais alta expectativa de retorno.

A finalidade de focar a teoria do portfólio é analisar o *hedge* ótimo, que mostra o quanto o agente deve *hedgear* no mercado futuro com uma posição no mercado a vista. Para que possa determinar o número ótimo de contratos futuros, o investidor terá que calcular a razão ótima do *hedge*, que depende da covariância entre os preços a vista e futuros e da variância dos preço futuro. Um dos primeiros economistas a aplicar a teoria do portfólio, para a decisão do *hedge* foi STEIN (1961), que desenvolveu uma técnica geométrica simples de determinação simultânea de preços a vista e futuros, dentro do mercado de *commodities*, e explicou a proporção de posições a vista que devem ser cobertas por posições em mercados futuros. As aplicações dessa teoria cresceram, rapidamente, a partir da década de 80, em virtude da publicação do artigo de EDERINGTON (1979), que demonstrou como a razão do *hedge* de uma minimização do risco e a mensuração da efetividade do *hedge*, poderiam ser derivadas do modelo do *hedge* da teoria do portfólio.

Admite-se, neste trabalho, que o *hedger* seja um investidor avesso ao risco com um portfólio composto por dois ativos: um no mercado físico e outro no mercado futuro. Admite-se, ainda, a minimização do risco.

O modelo, apresentado a seguir, baseia-se em BLANK et al. (1991) e STOLL e WHALEY (1993).

A receita de um *hedger* é dada por

$$R_h = V(p'_2 - p_1) - F(f'_2 - f_1), \quad (1)$$

em que R_h é a receita num portfólio com posições nos mercados futuros e a vista; V é o tamanho da posição no mercado físico; $p'_2 - p_1$ é a diferença do preço a vista do período atual (p'_2), em relação ao período anterior (p_1); F é o tamanho da posição no mercado futuro; e $f'_2 - f_1$ é a diferença do preço futuro do período atual (f'_2), em relação ao período anterior (f_1).

Dividindo a expressão (1) por V , obtém-se

$$R_h/V = (p'_2 - p_1) - h(f'_2 - f_1) \quad (2)$$

em que h é a razão de *hedge* (F/V).

Aplicando-se a propriedade da variância¹² em (2), obtém-se a variância da receita por unidade do produto:

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

em que σ_h^2 é a variância da receita por unidade do produto; σ_p^2 é a variância da mudança no preço a vista; σ_{pf} é a covariância entre as mudanças no preço a vista e no preço futuro; e σ_f^2 é a variância da mudança do preço futuro.

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

$$\begin{aligned} \partial\sigma_h^2/\partial h &= -2\sigma_{pf} + 2h\sigma_f^2 = 0, \\ \sigma_{pf} &= h\sigma_f^2, \\ h^* &= \sigma_{pf}/\sigma_f^2 \end{aligned} \quad (4)$$

A razão ótima do *hedge*, h^* , depende da covariância entre os preços futuros e a vista e da variância do preço futuro.

O mesmo modelo permite calcular a efetividade do *hedge*, que é a proporção da variância da receita que pode ser eliminada por meio da adoção de um portfólio com a razão ótima do *hedge*. O comportamento da efetividade varia

¹² $\text{Var}(y + tx) = \text{var}(y) + t^2 \text{var}(x) - 2t \text{Cov}(y, x)$.

de zero a um. Para um *hedge* totalmente efetivo, as mudanças nos preços a vista e futuro são perfeitamente correlacionadas. Se a efetividade for 0, tem-se a inefetividade total do *hedge*, não existindo correlação entre os preços a vista e futuros.

3.2. Modelo analítico

3.2.1. Cálculo da razão ótima do *hedge*

Ao estimar uma regressão múltipla proposta por MYERS e THOMPSON (1989) pelo método de Mínimos Quadrados Ordinários (MQO), encontram-se os mesmos resultados da aplicação da fórmula da razão ótima do *hedge*, deduzida no modelo teórico, em que o coeficiente de inclinação é a razão ótima do *hedge*, que indica a proporção do mercado a vista que deverá ser *hedgeada* no mercado futuro.

MYERS e THOMPSON (1989) desenvolveram um modelo generalizado, em que a estimativa da razão ótima do *hedge* leva em conta as informações disponíveis no momento da tomada de decisão, implementando as técnicas existentes¹³ (nível, diferença e retornos), de Mínimos Quadrados Ordinários, de regressões simples também utilizados na estimação da razão ótima do *hedge*. Argumenta-se que as informações modificam a distribuição conjunta dos preços futuros e a vista ao longo do tempo, alterando-se as variâncias e covariâncias.

O modelo generalizado de MYERS e THOMPSON (1989) é dado através da equação,

$$p_t = \alpha_0 + \alpha_1 f_t + a(L)p_{t-1} + b(L)f_{t-1} + \varepsilon_t, \quad (5)$$

¹³ Ver, por exemplo, EDERINGTON (1979), CARTER e LOYNS (1985) e BROWN (1985).

em que p_t é o preço a vista, para cada região¹⁴, dos produtos do cadeia da soja brasileiro; p_{t-1} é o preço a vista, para cada região, dos produtos do complexo no período anterior¹⁵; f_t é o preço futuro da soja (BM&F) ou o preço futuro dos produtos do complexo negociados na CBOT; f_{t-1} é o preço futuro da soja do período anterior ou o preço futuro dos produtos do complexo negociados no período anterior; L é o operador de defasagens; $a(L)$ e $b(L)$ são polinômios em L com parâmetros a serem estimados; α_0 e α_1 são parâmetros a serem estimados; e ε_t é o erro aleatório.

O modelo permite que sejam incluídas todas as fontes de informações que têm impacto na determinação do preço a vista. Variáveis como produção, quantidade estocada, exportações e renda do consumidor. Entende-se que todas as informações utilizadas no modelo, para estimar a razão ótima do *hedge*, estão contidas nos parâmetros de variância e covariâncias condicionais ao preços.

Se for evidenciada presença de raiz unitária em ambas as séries de preços, a vista e a futuro, então esta equação deve ser especificada usando as primeiras diferenças, ou seja, usar Δp_t e Δf_t no lugar de p_t e f_t .

MYERS e THOMPSON (1989) demonstram que as equações convencionalmente usadas, em nível ($p_t = \alpha_0 + \alpha_1 f_t + \varepsilon_t$), diferença ($\Delta p_t = \alpha_0 + \alpha_1 \Delta f_t + \varepsilon_t$) e retornos ($\Delta p_t / p_{t-1} = \alpha_0 + \alpha_1 \Delta f_t / f_{t-1} + \varepsilon_t$) não são apropriadas para a estimação da razão ótima do *hedge* exceto sob condições especiais. Estas condições aparecem de maneira bastante restritiva no artigo. Esses autores chamam a atenção para o fato de que no modelo teórico a covariância e a variância do *hedge* ótimo são claramente condicionais a informações disponíveis no momento da tomada de decisão do *hedge*. No entanto, em regressões simples o coeficiente de inclinação gera apenas uma razão de covariâncias incondicionais da variável explicativa. Para eles, o enfoque correto de estimação do *hedge* ótimo

¹⁴ Serão consideradas 13 regiões: Barreiras, Cascavel, Chapecó, Cuiabá, Dourados, Campo Mourão, Orlândia, Passo Fundo, Maringá, Ponta Grossa, Rio Verde, Rondonópolis e Uberlândia.

¹⁵ Este termo é utilizado para designar o intervalo de tempo (dia anterior, semana anterior e duas semanas anteriores).

depende do modelo que determine o equilíbrio dos movimentos dos preços a vista e futuro.

Para melhor ilustrar a aplicação da equação generalizada, MYERS e THOMPSON (1989) utilizaram-se de um exemplo de *hedge* com estoques de milho, soja e trigo em Michigan - EUA. No exemplo, utilizaram-se observações semanais (cotações de todas as quartas-feiras) comparando-se três equações convencionais e o próprio modelo. Os resultados obtidos nos modelos de regressões simples, em nível e retornos foram inadequados, mas o modelo de diferença de preço proporcionou estimativas muito próximas daquelas obtidas da aplicação generalizada, enfatizando que estes resultados são de uma particular aplicação e não garantem que este tipo de regressão sempre será um válido estimador de *hedge* ótimo.

A limitação encontrada neste modelo é apresentada quando uma ou outra variável (dependente e explicativa) utilizada para estimação do *hedge* ótimo apresenta comportamento diferenciado no resultado do teste de raiz unitária. No modelo, apregoa-se que, se a hipótese de presença de raiz unitária não for rejeitada, usa-se o modelo generalizado diferenciado; entretanto, não se menciona o caso de a hipótese de presença de raiz unitária ser rejeitada para apenas uma das variáveis. Sendo assim, na tentativa de correção deste problema, poder-se-ia incorrer em super diferenciação da variável estacionária.

3.2.2. Cálculo da efetividade do *hedge*

Após estimar a quantidade de contratos futuros que deva ser comprada (*hedge* de compra) ou vendida (*hedge* de venda) para minimizar o risco da variação da receita dos *hedgers* brasileiros de soja em grão, farelo e óleo bruto, em relação aos contratos de CBOT e BM&F, torna-se simples calcular a efetividade do *hedge*, que é obtida pela equação

$$e = 1 - \text{Var}(h^*)/\text{Var}(p), \quad (6)$$

em que e designa a efetividade do *hedge*, $\text{Var}(h^*)$ é a variância na receita de um portfólio com *hedge* ótimo; e $\text{Var}(p)$ é a variância da receita de um portfólio sem *hedge*.

Primeiramente, de posse das variáveis utilizadas na estimação das regressões, computam-se séries de retornos para cada região (posição não-*hedgeada*) calculando-se a diferença entre o preço de cada período e o preço da data base (primeiro período).

Em seguida, calculam-se as séries de retornos de uma posição *hedgeada*. O procedimento consiste em utilizar a série de retorno de uma posição não-*hedgeada*, subtraindo seus valores do produto da razão ótima do *hedge* multiplicada por uma série de retornos de preços futuros. Para se obter esta série de retornos de preços futuros, faz-se uso do mesmo procedimento adotado para calcular séries de retornos de uma posição não-*hedgeada*: Calculam-se as diferenças entre as cotações futuras para dado ativo-base, diferenciando-as sempre em relação à cotação do primeiro período. A seguir apresentam-se exemplos hipotéticos de cálculo de retornos de portfólios sem *hedge* e com posição *hedgeada*, supondo-se uma razão ótima de *hedge* de 0,45.

Portfólio 1 (sem *hedge*)

Preços a vista	Retorno = $PV_F - PV_1$	(7)
$PV_1 = 10$	Retorno = $10 - 10 = 0$	
$PV_2 = 11$	Retorno = $11 - 10 = 1$	
$PV_3 = 12$	Retorno = $12 - 10 = 2$	
$PV_4 = 13$	Retorno = $13 - 10 = 3$	
$PV_5 = 9$	Retorno = $9 - 10 = -1$	
$PV_6 = 15$	Retorno = $15 - 10 = 5$	
.	.	
.	.	
.	.	

Portfólio 2 (com *hedge*)

Preços futuros	Retorno = $(PV_F - PV_1) - h \times (PF_F - PF_1)$ (8)
$PF_1 = 10,5$	Retorno = $(10 - 10) - 0,45 \times (10,5 - 10,5) = 0$
$PF_2 = 10$	Retorno = $(11 - 10) - 0,45 \times (10 - 10,5) = 0,77$
$PF_3 = 11$	Retorno = $(12 - 10) - 0,45 \times (11 - 10,5) = 1,77$
$PF_4 = 11$	Retorno = $(13 - 10) - 0,45 \times (11 - 10,5) = 2,77$
$PF_5 = 10$	Retorno = $(9 - 10) - 0,45 \times (10 - 10,5) = -0,77$
$PF_6 = 15$	Retorno = $(15 - 10) - 0,45 \times (15 - 10,5) = 2,97$
.	.
.	.
.	.

O procedimento seguinte é computar as variâncias para ambos os portfólios e, por fim, compará-las conforme sugere a equação(6).

3.3. Dados e procedimentos¹⁶

Os dados utilizados neste trabalho são secundários e provenientes de séries temporais diárias, abrangendo o período de 05 de agosto de 1998 a 15 de setembro de 2000. A justificativa de se analisar a partir do ano de 1998 se deve ao fato de os preços no mercado físico estarem disponíveis a partir desta data. As cotações do dólar e os preços diários no atacado dos produtos soja (R\$/sc de 60 kg), farelo (R\$/ton.) e óleo (R\$/ton.), relativos aos Estados da Bahia (Barreiras), Paraná (Cascavel, Campo Mourão, Maringá e Ponta Grossa), Mato Grosso (Cuiabá e Rondonópolis), Rio Grande do Sul (Passo fundo), Santa Catarina (Chapecó), Minas Gerais (Uberlândia), Goiás (Rio Verde), Mato Grosso do Sul (Dourados) e São Paulo (Orlândia), foram obtidos do banco de dados da Consultoria & Pesquisa (FNP). Analisaram-se 13 regiões para se obter o nível de efetividade do *hedge* não apenas nas regiões privilegiadas em produção ou processamento de subprodutos, mas para alcançar resultados para o Brasil. As

¹⁶ Os procedimentos econométricos foram feitos por meio do Software EVIEWS versão 03.

cotações do contrato futuro da soja (US\$/sc. de 60kg), no mercado brasileiro, foram obtidas da BM&F, e as cotações do contrato de óleo bruto (*cents/lb*), farelo (US\$/ton. curta) e soja em grão (*cents/bushel*), da *Chicago Board of Trade* - CBOT foram obtidos do banco de dados da Consultoria, Métodos, Assessoria e Mercantil LTDA - CMA. As séries de preços foram todas convertidas para a unidade US\$/ton. métrica.

O procedimento utilizado na separação dos dados de preços futuros foi o de primeiro vencimento¹⁷, com base nas datas do primeiro vencimento no contrato futuro de maior liquidez, neste caso, os contratos da bolsa de Chicago; ou seja, como o vencimento em Chicago ocorre no dia 15 do mês final do contrato, utilizou-se este dia como referência para mudar a base do primeiro vencimento, tanto para os contratos de CBOT quanto para os da BM&F. Após esta etapa, organizaram-se séries diárias (492 observações), semanais (112 observações) e bissemanais (56 observações). Nas séries semanais e bissemanais, utilizaram-se os dados de cada quarta-feira, por ser este o dia da semana que possui maior comércio, em ambas as bolsas. Na ausência de pregão na quarta-feira, utilizou-se um dia imediatamente posterior ou imediatamente anterior.

Após esta etapa, realizou-se o teste de estacionariedade¹⁸ das séries para as variáveis nos intervalos de tempo definidos, totalizando 132 séries, ou seja, 44 variáveis para cada intervalo. Um dos pressupostos da análise de regressão e da maioria dos métodos de estimação convencionais é que as séries sejam estacionárias, ou seja, suas propriedades estocásticas sejam invariantes com respeito ao tempo (PINDYCK e RUBINFELD, 1991).

Ainda segundo esses autores, um processo estocástico y_t é estacionário, caso satisfaça as seguintes condições:

$$\text{Média: } E(Y_T) = \mu, \quad (9)$$

¹⁷ Por exemplo estando-se no dia 13 de janeiro de 2000 e utilizando o contrato de janeiro, a utilização deste contrato vai até o último dia de negociação 15/01/00. No dia 16 de janeiro será feita mudança contratual utilizando o contrato de março, mantendo a utilização deste contrato até 15/03/00; no dia 16 de março, inicia-se a utilização do contrato de maio, e assim por diante.

¹⁸ Ver DICKEY e FULLER (1979), PINDYCK e RUBINFELD (1991), HILL et al. (1999) e GUJARATI (2000).

$$\text{Variância: } \text{VAR}(Y_T) = E(Y_T - \mu)^2 = \sigma^2, \quad (10)$$

$$\text{Covariância: } \gamma_k = E[(Y_T - \mu)(Y_{T+k} - \mu)], = f(k), k = 0, 1, 2, 3, \dots, T-1 \quad (11)$$

em que γ_k é a covariância (ou autocovariância) para a defasagem k é a covariância entre os valores de Y_T e Y_{T+k} , isto é, entre dois valores de Y com uma defasagem de k períodos. Se $K = 0$, tem-se γ_0 , que representa a variância de $Y(\sigma^2)$; para $k = 1$, γ_1 é a covariância entre dois valores consecutivos de Y . Se a série temporal for estacionária, sua média e variância são constantes para qualquer período de tempo e o valor da autocovariância entre dois períodos de tempo depende apenas da distância ou defasagem entre os dois períodos e não do período de tempo efetivo em que a covariância é calculada.

O teste foi realizado mediante aplicação do teste de Dickey-Fuller expandido, por meio da equação:

$$\Delta y_t = \mu + \gamma y_{t-1} + \delta_1 \Delta y_{t-1} + \delta_2 \Delta y_{t-2} + \dots + \delta_{p-1} \Delta y_{t-p+1} + \varepsilon_t \quad (12)$$

Quando não se testa a presença de raiz unitária, é possível incorrer em regressões com conclusões fortes (R^2 elevado e *Durbin Watson* baixo), porém inválidas, denominadas de regressões espúrias.

De acordo com HILL et al. (1999), séries temporais não-estacionárias podem ser transformadas em séries temporais estacionárias, tomando-se diferenças uma ou mais vezes. Tais séries se chamam processos integrados não-estacionários. O número de vezes que um processo integrado deve ser submetido a diferenças para se tornar estacionário é chamado ordem de integração.

Assim, testar a ordem de integração de uma série é o mesmo que verificar se a série é, ou não, estacionária e indicar o número de vezes que esta deva ser diferenciada para tornar-se estacionária. Dessa maneira, uma série será estacionária se for integrada de ordem zero $I(0)$, será considerada estacionária no próprio nível e não nas diferenças; e será não-estacionária quando o resultado da integração for maior ou igual a 1.

A realização do teste de estacionariedade das séries de preços a vista e preços futuros é um requisito indispensável para o uso da equação generalizada

de MYERS e THOMPSON (1989), pois, a partir deste teste escolhe-se a modelagem apropriada, sendo um critério de validade para os resultados obtidos.

Após a aplicação do teste para verificar a estacionariedade das séries, estimaram-se 234 regressões. O operador de defasagem utilizado na equação generalizada foi um polinômio em L para preços futuros e do mercado físico, definido nas regressões de amostras diárias com cinco defasagens, enquanto o procedimento adotado para as demais amostras foi o critério de informações de AKAIKE. Esse critério foi definido para 156 equações, por meio das quais foram testados operadores em forma de polinômio, escolhendo-se a defasagem que gerou o critério de menor valor. Especificamente, o modelo utilizado permite variáveis explicativas adicionais, porém nenhuma outra variável foi incorporada nesta pesquisa.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo procura-se analisar a razão ótima de *hedge* e a efetividade do *hedge* provenientes de regressões múltiplas para os intervalos de tempo, diário, semanal e bissemanal.

No caso do mercado físico, este estudo considera 13 regiões para representar a produção e o processamento dos produtos da cadeia da soja. A análise foi realizada em nível regional, pois existem algumas especificidades locais na formação do preço da cadeia da soja, tais como custos de transporte, impostos diferenciados, condições de oferta e demanda e características distintas que tornam bastante difícil trabalhar com um preço único para todo o país.

Pelos resultados empíricos¹⁹, obtidos após a aplicação do teste de Dickey-Fuller aumentado, não se rejeita a hipótese de presença de raiz unitária nas séries de preços regionais e nas séries de cotações futuras. Observou-se que todas as séries apresentaram raiz unitária a 1% de significância, tornando-se estacionárias nas primeiras diferenças, o que levou a estimar modelos em primeiras diferenças das variáveis²⁰.

¹⁹ Vide Apêndice.

²⁰ Optou-se por não incluir termos de correção de erro nas estimações porque alguns autores tais como LU e LEUTHOLD (1994) consideram que o impacto deste procedimento é pequeno nas análises de efetividade do *hedge*.

De modo geral, procurando-se responder ao objetivo geral deste trabalho, que é o de comparar a viabilidade da operação de *hedge*, para os *traders* da cadeia da soja brasileiro, com contratos de soja em grãos da BM&F, com as operações de *hedge* da CBOT, em que foram utilizados contratos de soja em grãos, farelo e óleo bruto de soja, analisou-se o uso do *hedge* e do *cross-hedge*.

Na Tabela 2, encontram-se os resultados das regressões feitas com observações diárias utilizando-se o contrato de soja da BM&F. Para a soja em grão, as operações de *hedge* foram mais efetivas em Ponta Grossa, Cascavel, Cuiabá, Dourados e Rondonópolis. Das regiões analisadas, apenas Orlândia apresenta valor não-significativo para o coeficiente de inclinação.

Nas observações diárias, os resultados parecem indicar que para os produtores de soja existe maior aderência do contrato da BM&F às condições locais de Ponta Grossa e Cascavel, cujas efetividades do *hedge*, foram 54,28% e 57,17%, respectivamente. No caso de Maringá e Campo Mourão, os níveis de efetividade do *hedge* foram muito baixos, 29,37% e 21,87%, respectivamente.

Quanto às análises em que se utilizavam observações diárias de operações de *cross-hedge*, os *traders* das *commodities* farelo de soja e óleo de soja possuem, no contrato de soja em grão da BM&F, um instrumento inefetivo para administração do risco de preços. Pode-se afirmar, diante dos resultados, que o risco de quem faz um *hedge* é o mesmo de quem não faz *hedge*, entre os agentes detentores de subprodutos de soja que buscam no contrato de soja um instrumento de proteção.

Na Tabela 2, nota-se ainda que, no geral, todas as estimativas de razão do *hedge* e cálculo de efetividade foram muito baixas. Uma possível explicação para este fato decorre do uso de dados diários. Conforme STOLL e WHALEY (1993:58) argumentam, embora fosse de se imaginar que observações mais frequentes incorporassem mais informações sobre a covariabilidade das variações de preços à vista e futuro, informações muito frequentes trariam também alguns problemas. Entre esses problemas, um que se aplica especialmente ao caso em estudo é que a *commodity* física e os contratos futuros não são comercializados em igual frequência, o que faz com que as mudanças de

preços desses dois instrumentos não reflitam a mesma série de informações de mercado. Como a frequência de comercialização física de soja é, muitas vezes, menor do que dos contratos futuros, este problema afeta os resultados de estimações com dados diários neste mercado²¹.

Tabela 2 - Estimativa do *hedge* ótimo e efetividade do *hedge* para a cadeia da soja, utilizando-se o contrato futuro de soja em grão (BM&F) para as regiões brasileiras, com dados diários

Regiões	Razão do <i>hedge</i>			Efetividade do <i>hedge</i>		
	Soja	Farelo	Óleo	Soja	Farelo	Óleo
Barreiras	0,1986 (0,0503)	0,0552 ^{NS} (0,0605)	0,1594 ^{NS} (0,2091)	0,3646 -	-0,0073 -	0,0247 -
Cascavel	0,3793 (0,0615)	0,1151 (0,0627)	0,7037** (0,4376)	0,5428 -	0,0142 -	0,0142 -
Chapecó	0,1725 (0,0557)	0,1816 (0,0657)	-0,0422 ^{NS} (0,2829)	0,2644 -	0,0251 -	-0,0084 -
Cuiabá	0,2666 (0,0482)	-0,0806 ^{NS} (0,0651)	0,2049 ^{NS} (0,1673)	0,4088 -	-0,0125 -	0,0349 -
Dourados	0,2815 (0,0568)	0,2134 (0,0867)	0,5819 (0,2561)	0,3970 -	0,1189 -	0,0873 -
Maringá	0,1799 (0,0553)	0,1352 (0,0640)	0,5218 (0,2300)	0,2937 -	0,0346 -	0,0910 -
Campo Mourão	0,1632 (0,0552)	0,1217 (0,0586)	0,4447 (0,2061)	0,2187 -	0,0137 -	0,0794 -
Orlândia	0,0093 ^{NS} (0,0495)	0,0972 (0,0573)	0,0716 ^{NS} (0,1867)	0,0145 -	0,0388 -	0,0137 -
Passo Fundo	0,2130 (0,0598)	0,1401 (0,0815)	0,5599 (0,2028)	0,3298 -	-0,0071 -	0,1020 -
Ponta Grossa	0,4055 (0,0702)	0,1967 (0,1069)	0,2988 (0,1669)	0,5717 -	0,0640 -	0,0520 -
Rio Verde	0,2094 (0,0464)	0,1304 (0,0758)	0,2390 (0,1880)	0,3273 -	0,057 -	0,0453 -
Rondonópolis	0,2351 (0,0567)	0,0618 ^{NS} (0,0578)	0,1370 ^{NS} (0,1604)	0,3842 -	0,0197 -	0,0228 -
Uberlândia	0,2279 (0,0588)	0,0842 ^{NS} (0,0692)	0,3078 ^{NS} (0,2785)	0,3325 -	0,0260 -	0,0444 -

Fonte: Dados da pesquisa.

NS = não-significativos; ** = significativos a 10%; e os demais significativos a 1%; () desvios-padrão.

²¹ Para outras limitações do uso de dados diários, ver STOLL e WHALEY (1993:58-60).

As estratégias de *hedge*, quando se utilizam contratos da bolsa de Chicago (Tabela 3), apresentam estimativas com resultados de razão de *hedge* e efetividade do *hedge* também muito baixas. Os resultados indicam que os agentes negociadores de soja possuem, no contrato de soja de Chicago, menor proteção ao risco de preços quando comparados ao contrato nacional. Os investidores de Ponta Grossa e Cascavel também possuem maior minimização das variâncias da receita em relação às demais regiões analisadas.

Os agentes que negociam farelo e buscam proteção contra oscilações de preços e rendas podem, como alternativa, utilizar os contratos da CBOT. Embora a minimização do risco seja muito baixa, as regiões de Dourados, Maringá, Passo Fundo e Ponta Grossa apresentaram os maiores níveis de efetividade do *hedge*, 28,59% , 28,16% 27,43% e 24,71%, respectivamente²². Resultados ainda mais inefetivos foram encontrados para Cascavel, Cuiabá, Campo Mourão e Rondonópolis.

Já para os *traders* de óleo bruto, as regiões que tiveram maiores reduções de risco, por meio do *hedge* com contrato da bolsa estrangeira foram Cascavel, com 35,91%, e Campo Mourão, com 15,18%. Por exemplo, para um *trader* da região de Cascavel, detentor de 1.000 ton. de óleo bruto, o resultado indica que a posição *hedgeada* seria de 397,9 ton. Com esta quantidade *hedgeada*, estaria reduzindo o risco em 35,91%. Já para Campo Mourão, a razão ótima do *hedge* é de 0,1426, ou seja, de 1.000 ton. de óleo, a quantidade a ser *hedgeada* seria de 142,6 ton., reduzindo a variação da receita em 15,18%. Nas demais regiões, as efetividades foram ainda menores, havendo inúmeros casos de efetividade negativa, o que faz pouco sentido.²³

²² Embora efetividades da ordem de 30% possam ser consideradas baixas, alguma redução de risco elas estão oferecendo aos hedgers: uma efetividade de 30% implica que o risco do hedger seria igual a 70% do risco de quem não faz *hedge*.

²³ Na verdade, efetividade negativas sugerem que o risco seria aumentado com a operação de *hedge*, o que parece estar mais associado à baixa qualidade dos ajustamentos econométricos, decorrentes da periodicidade dos dados, do que a comportamentos erráticos dos preços.

Tabela 3 - Estimativa do *hedge* ótimo e efetividade do *hedge* para a cadeia da soja utilizando os respectivos contratos futuros da cadeia da soja (CBOT), para as regiões brasileiras, com dados diários

Regiões	Razão do <i>hedge</i>			Efetividade do <i>hedge</i>		
	Soja	Farelo	Óleo	Soja	Farelo	Óleo
Barreiras	0,1988 (0,0476)	0,0898** (0,0573)	-0,0687 ^{NS} (0,0872)	0,2321 -	0,1463 -	-0,0857 -
Cascavel	0,4072 (0,5705)	0,0081 ^{NS} (0,0593)	0,3979 (0,2091)	0,3466 -	0,0099 -	0,3591 -
Chapecó	0,1470 (0,0546)	0,1197 (0,0620)	-0,1415 ^{NS} (0,1167)	0,1326 -	0,1685 -	-0,1715 -
Cuiabá	0,2286 (0,0465)	0,0429 ^{NS} (0,0617)	-0,0638 ^{NS} (0,0685)	0,2011 -	0,0707 -	-0,0664 -
Dourados	0,3628 (0,0533)	0,2212 (0,0818)	-0,0526 ^{NS} (0,1063)	0,2726 -	0,2859 -	-0,0513 -
Maringá	0,1699 (0,0525)	0,2126 (0,0603)	0,0800 ^{NS} (0,0958)	0,1629 -	0,2816 -	-0,0271 -
Campo Mourão	0,1087 (0,0528)	0,0687 ^{NS} (0,0552)	0,1426 (0,0845)	0,0773 -	0,0932 -	0,1518 -
Orlândia	-0,0351 ^{NS} (0,0477)	0,0961 (0,0549)	0,0113 ^{NS} (0,0780)	-0,0271 -	0,1412 -	0,0132 -
Passo Fundo	0,2870 (0,0563)	0,2036 (0,0778)	-0,0104 ^{NS} (0,0845)	0,2497 -	0,2743 -	-0,0122 -
Ponta Grossa	0,4234 (0,0648)	0,2340 (0,1011)	-0,0373 ^{NS} (0,0695)	0,3845 -	0,2471 -	-0,0403 -
Rio Verde	0,1392 (0,0445)	0,2217 (0,0703)	-0,0973 ^{NS} (0,0772)	0,1208 -	0,1624 -	-0,1149 -
Rondonópolis	0,3826 (0,0518)	0,0343 ^{NS} (0,0540)	-0,0704 ^{NS} (0,0658)	0,3407 -	0,0672 -	-0,0729 -
Uberlândia	0,3296 (0,0555)	0,1334 (0,0662)	-0,3103 (0,1147)	0,2687 -	0,1666 -	-0,3104 -

Fonte: Dados da pesquisa.

NS = não-significativos; ** = significativos a 10%; os demais significativos a 1%;
() desvios-padrão.

Na Tabela 4, apresentam-se os resultados da razão do *hedge* e da efetividade do *hedge* na utilização do contrato de soja em grão e observações semanais. Estes resultados são notavelmente diferentes dos encontrados para as observações diárias. Apesar de as regressões com o intervalo de tempo semanal perderem informações, estas, aparentemente, não incorreram no problema sugerido por STOLL e WHALEY (1993).

Os níveis de efetividade para os negociadores da *commodity* óleo bruto, os quais utilizavam contrato de soja em grão, variaram de 3,7% a 30,17%. Para Maringá, a razão ótima do *hedge* foi de 2,08, o que indica que, se o agente buscasse proteção para 1.000 ton. de óleo, precisaria *hedgear*, no mercado futuro, 2.080 ton. e reduziria o risco em apenas 30,17%. No geral, o comportamento foi similar em todas as praças analisadas, ou seja, houve alto grau de razão ótima do *hedge* e baixa efetividade. Para os *traders* detentores de farelo que buscavam proteção com contratos de soja em grão, o grau de efetividade variou de -12,66% a 14,58. Assim, para ambas as *commodities*, a correlação não foi suficientemente alta, o que faz com que a operação de *cross-hedge* não seja vantajosa (Tabela 4). Há de se considerar ainda que as elevadas razão ótimas de *hedge* tendem a aumentar o custo de utilização dos contratos futuros para redução do risco.

Os níveis de efetividade com operações de *hedge* para os *traders* de soja em grão variaram de 44,61% a 84,38%. Para um produtor de soja da região de Cascavel com 1.000 sacas de soja, a quantidade ótima a ser *hedgeada* seria 765 sacas, o que implicaria um grau de efetividade do *hedge* de 84,38%. Já para um investidor em Campo Mourão, detentor de 1.000 sacas de soja, a razão ótima do *hedge* seria de 0,5571, razão pela qual precisaria *hedgear* 557 sacas para obter um percentual de redução de risco de 48,76%. Para os Estados do Rio Grande do Sul e Goiás, as magnitudes das efetividades estão muito próximas 69,30% e 68,10%, respectivamente, o que ainda representa bom potencial de proteção contra o risco de preço.

Tabela 4 - Estimativa do *hedge* ótimo e efetividade do *hedge* para a cadeia da soja utilizando-se o contrato futuro de soja em grão (BM&F), para as regiões brasileiras, com dados semanais

Regiões	Razão do <i>hedge</i>			Efetividade do <i>hedge</i>		
	Soja	Farelo	Óleo	Soja	Farelo	Óleo
Barreiras	0,5055 (0,1073)	0,2025 (0,1126)	1,0000 (0,3701)	0,6257 -	-0,0678 -	0,1346 -
Cascavel	0,7650 (0,1084)	0,3710 (0,1287)	1,3400 (0,3852)	0,8438 -	-0,0048 -	0,2213 -
Chapecó	0,5375 (0,1220)	0,4597 (0,1289)	0,7232 ^{NS} (0,6053)	0,6486 -	-0,0311 -	0,1286 -
Cuiabá	0,5521 (0,0939)	0,1274 (0,1290)	1,2159 (0,3582)	0,7000 -	-0,0206 -	0,0375 -
Dourados	0,5787 (0,0886)	0,2953 (0,1593)	1,6093 (0,4772)	0,6921 -	0,1458 -	0,2169 -
Maringá	0,6749 (0,0932)	0,5269 (0,1076)	2,0800 (0,4291)	0,7994 -	-0,0130 -	0,3017 -
Campo Mourão	0,5571 (0,1175)	0,2690 (0,1194)	1,1878 (0,3709)	0,4876 -	-0,0781 -	0,1945 -
Orlândia	0,4075 (0,1071)	0,4083 (0,1158)	1,6400 (0,3773)	0,4461 -	0,0612 -	0,2595 -
Passo Fundo	0,5618 (0,1230)	0,4117 (0,1452)	1,6579 (0,4028)	0,6930 -	-0,1266 -	0,2610 -
Ponta Grossa	0,7313 (0,1017)	0,4217 (0,1773)	1,2977 (0,3687)	0,8357 -	0,0601 -	0,2036 -
Rio Verde	0,6606 (0,1073)	0,5531 (0,1540)	1,6500 (0,3764)	0,6810 -	0,0388 -	0,2666 -
Rondonópolis	0,637 (0,1008)	0,3343 (0,1155)	0,9565 (0,4030)	0,7800 -	-0,0224 -	0,1468 -
Uberlândia	0,7927 (0,1105)	0,3041 (0,1330)	1,5906 (0,5508)	0,8117 -	0,0464 -	0,1997 -

Fonte: Dados da pesquisa.

NS = não-significativos; ** = significativos a 10%; os demais significativos a 1%; () desvios-padrão.

Ainda em relação à soja em grão, o Estado do Paraná, representado por Cascavel, Ponta Grossa, Maringá e Campo Mourão, apresentou altos níveis de efetividade para os três primeiros municípios, 84,38%, 83,57%, 79,94%, respectivamente, o que não ocorreu com Campo Mourão, cuja efetividade foi de apenas 48,76%. No geral, todas as regiões, exceto Campo Mourão e Orlândia, apresentaram redução do risco acima de 60%. Este comportamento pode ser visualizado nas Tabelas 4 e 5. A região de Rondonópolis, um dos representantes do maior Estado produtor de soja do Brasil, apresentou resultado favorável à operação de *hedge*, ou seja, em média aqueles que deixassem de fazer uma operação de *hedge* estariam deixando de reduzir o risco em 78%.

Em contrapartida, na bolsa de Chicago os resultados não foram satisfatórios para os *hedges* de soja em grão (Tabela 5). É interessante observar, na Tabela 5, que Ponta Grossa foi a única região que apresentou considerável efetividade do *hedge*, da ordem de 53%; mesmo assim, parece mais viável ao produtor ou àquele que faz o uso do produto nessa região consolidar uma operação de *hedge* na BM&F, que proporcionam redução de risco da ordem de 83,57%.

A comparação das efetividades de *hedge* na BM&F e na CBOT, para soja em grão, sugere que as cotações futuras da bolsa de Chicago estão menos correlacionadas com os preços regionais da soja em grão do que as cotações futuras da BM&F. Isto pode ser explicado pelo desenho contratual da BM&F, que se adere mais à especificidade da soja brasileira. Sabe-se que qualquer processo de padronização faz com que os produtos de algumas áreas sejam, de alguma maneira, excluídos do padrão, do que resulta baixa correlação entre os preços do produto padronizado e do produto da região. Entretanto, ao que tudo indica, este caso se aplica mais ao padrão da CBOT do que ao da BM&F.

Com relação às Tabelas 4 e 5, verifica-se que o ativo-base farelo de soja possui estimativas mais favoráveis à bolsa do exterior do que à BM&F. Apesar de o ativo possuir, no mercado externo, oferta e demanda diferenciadas do mercado nacional, os preços ainda são mais correlacionados por serem produtos similares, do que ao se fazer uso da soja em grão.

Tabela 5 - Estimativa do *hedge* ótimo e efetividade do *hedge* para a cadeia da soja, utilizando os respectivos contratos futuros do cadeia da soja (CBOT), para as regiões brasileiras, com dados semanais

Regiões	Razão do <i>hedge</i>			Efetividade do <i>hedge</i>		
	Soja	Farelo	Óleo	Soja	Farelo	Óleo
Barreiras	0,4317 (0,1049)	0,1175 ^{NS} (0,1044)	0,2669 (0,1535)	0,3863 -	0,1853 -	0,2942 -
Cascavel	0,5460 (0,1128)	0,3130 (0,1235)	0,2459** (0,1643)	0,4162 -	0,3237 -	0,2396 -
Chapecó	0,3071 (0,1279)	0,3566 (0,1221)	-0,3883** (0,2355)	0,2461 -	0,4332 -	-0,5059 -
Cuiabá	0,4681 (0,0950)	0,0860 ^{NS} (0,1151)	-0,0978 ^{NS} (0,1440)	0,3481 -	0,1306 -	-0,1029 -
Dourados	0,5409 (0,0900)	0,1913 ^{NS} (0,1566)	0,1914 ^{NS} (0,1917)	0,3671 -	0,2428 -	0,1742 -
Maringá	0,3776 (0,1031)	0,4808 (0,1033)	0,1626 ^{NS} (0,1915)	0,3175 -	0,5404 -	0,1679 -
Campo Mourão	0,3304 (0,1209)	0,1368 ^{NS} (0,1114)	0,3937 (0,1426)	0,1786 -	0,1802 -	0,1426 -
Orlândia	0,3867 (0,1061)	0,4038 (0,1086)	0,4016 (0,1485)	0,1771 -	0,4752 -	0,4028 -
Passo Fundo	0,4686 (0,1212)	0,3306 (0,1461)	0,3498 (0,1686)	0,3571 -	0,3571 -	0,3569 -
Ponta Grossa	0,6830 (0,096)	0,4946 (0,1647)	0,2019** (0,1483)	0,5308 -	0,5171 -	0,2003 -
Rio Verde	0,3466 (0,1171)	0,4510 (0,1502)	0,1112 ^{NS} (0,1651)	0,2505 -	0,4197 -	0,1220 -
Rondonópolis	0,6132 (0,1000)	0,0867 ^{NS} (0,1110)	0,0238 ^{NS} (0,1594)	0,4577 -	0,1590 -	0,0240 -
Uberlândia	0,6348 (0,1153)	0,3452 (0,1247)	-0,1543 ^{NS} (0,2213)	0,4355 -	0,3643 -	-0,1483 -

Fonte: Dados da pesquisa.

NS = não-significativos; ** = significativos a 10%; os demais significativos a 1%; () desvios-padrão.

Os resultados demonstraram que o movimento dos preços nos mercados físico e futuro do farelo da série diferenciada foi inconsistente com as relações existentes do mercado físico brasileiro e de futuros em Chicago, para o mesmo produto. Dessa maneira, um investidor que busca segurança contra oscilações de preços, ao fazer uma operação de *cross-hedge* com contratos de soja da BM&F, teria uma operação inefetiva, ou seja, a variância da receita decorrente de se utilizar um *hedge* ótimo é a mesma de não se fazer um *hedge*. Na possibilidade de os investidores realizarem uma operação de *hedge* mediante contrato de farelo de soja da CBOT, os resultados revelam pequena redução do risco, sobressaindo apenas duas regiões que representam o Estado do Paraná, Maringá e Ponta Grossa cuja efetividade do *hedge* foi de 54,04% e 51,71%, respectivamente (Tabela 5). No entanto, ao se compararem as operações de *hedge* e *cross-hedge* para a *commodity* óleo de soja, nota-se que o comportamento dos níveis de efetividade, tratando-se do mercado como um todo, não é favorável às operações de *cross-hedge*, que não ultrapassaram o grau de efetividade de 30%, e do *hedge* na bolsa estrangeira, cujo grau de efetividade não ultrapassou o teto de 40%. Embora os níveis de efetividade fossem extremamente baixos, algumas regiões revelaram melhores resultados para o *cross-hedge* do que para o *hedge*.

Analisando-se ainda as alternativas de gerenciamento de risco para o produto óleo bruto e deixando-se de lado o baixo grau de efetividade do *hedge*, aproximadamente 69% das regiões analisadas mostraram vantagem comparativa para o contrato da BM&F (operações de *cross-hedge*). Estes resultados devem ser analisados cuidadosamente, visto que nove das estimativas da razão ótima do *hedge*, para o contrato de óleo da CBOT, não foram significativas e apenas uma das estimativas em que se utilizou o contrato da BM&F não foi significativo. Nas regiões Barreiras, Cascavel, Orlândia e Passo fundo, o grau de efetividade do *hedge*, para o período analisado, favoreceu operações de *hedge* na bolsa estrangeira.

Na Tabela 6 apresentam-se os resultados da razão do *hedge* e da efetividade do *hedge* mediante contrato de soja em grão e observações bissemanais. Na estimação da razão do *hedge* para o ativo-base soja obtiveram-se

resultados significativos a 1% para todas as regiões analisadas. As estimativas de *hedge* oscilaram de 0,5727 a 0,9800, enquanto a variável efetividade do *hedge* oscilou de 48,57% a 88,34%.

Tabela 6 - Estimativa do *hedge* ótimo e efetividade do *hedge* para a cadeia da soja utilizando-se o contrato futuro de soja em grão (BM&F), para as regiões brasileiras, com dados bissemanais

Regiões	Razão do <i>hedge</i>			Efetividade do <i>hedge</i>		
	Soja	Farelo	Óleo	Soja	Farelo	Óleo
Barreiras	0,5727 (0,1193)	0,1107 ^{NS} (0,1412)	1,1934 (0,4565)	0,6808 -	-0,0256 -	0,1483 -
Cascavel	0,9461 (0,1160)	0,4381 (0,1641)	1,7707 (0,4944)	0,8785 -	-0,0242 -	0,2715 -
Chapecó	0,8742 (0,1460)	0,5223 (0,1595)	1,5410 (0,7514)	0,8057 -	-0,0547 -	0,2263 -
Cuiabá	0,7611 (0,1051)	0,2758** (0,1948)	2,1200 (0,5397)	0,8186 -	-0,0953 -	0,2865 -
Dourados	0,7332 (0,1008)	0,4533 (0,1893)	2,3067 (0,6364)	0,7978 -	0,1597 -	0,2683 -
Maringá	0,7880 (0,0994)	0,6711 (0,1419)	2,6075 (0,5701)	0,8560 -	-0,0857 -	0,3339 -
Campo Mourão	0,7661 (0,1501)	0,3332 (0,1377)	2,4280 (0,5096)	0,4857 -	-0,0172 -	0,3227 -
Orlândia	0,6119 (0,1423)	0,5396 (0,1380)	2,7668 (0,4717)	0,5145 -	0,0180 -	0,3576 -
Passo Fundo	0,7581 (0,1351)	0,3536 (0,1886)	1,8830 (0,5147)	0,8031 -	-0,1083 -	0,2773 -
Ponta Grossa	0,8848 (0,1059)	0,4434 (0,2163)	1,6324 (0,5319)	0,8834 -	0,0537 -	0,2390 -
Rio Verde	0,7364 (0,1382)	0,5299 (0,2034)	2,2416 (0,4503)	0,7030 -	0,0507 -	0,3174 -
Rondonópolis	0,7666 (0,1007)	0,3174 (0,1493)	1,5881 (0,5485)	0,8538 -	-0,0182 -	0,2140 -
Uberlândia	0,9800 (0,1253)	0,3617 (0,1676)	2,4657 (0,7199)	0,8510 -	0,0521 -	0,2659 -

Fonte: Dados da pesquisa.

NS = não-significativos; ** = significativos a 10%; os demais significativos a 1%; () desvios-padrão.

Para o produto soja em grão, as regiões de Cascavel, Chapecó, Cuiabá, Maringá, Passo Fundo, Ponta Grossa, Rondonópolis e Uberlândia apresentaram média de 84,37% de efetividade do *hedge* enquanto Campo Mourão e Orlândia apresentaram os níveis mais baixos de redução do risco, 48,57% e 51,45%, respectivamente.

Para os *hedgers* de farelo de soja, as operações de *cross-hedge* com o contrato da BM&F mostraram-se totalmente inviáveis, destacando-se apenas Dourados, cuja redução de risco foi de 15,97%. Observa-se que 92,30% das regiões apresentaram valores da razão do *hedge* estatisticamente significativos.

O uso do contrato de soja da BM&F, para gerenciamento do risco dos *hedgers* de óleo, foi um instrumento de baixa efetividade, com valores oscilando de 14,83% a 35,76%.

No que se refere à bolsa de Chicago (Tabela 7), o contrato para a *commodity* soja se aderiu mais às características do mercado físico de Ponta Grossa, minimizando o risco em 57,87. Percebe-se menor efetividade na região de Orlândia, com 17,89%.

A possibilidade de utilizar o contrato de farelo de soja da bolsa de Chicago mostrou-se efetiva na administração do risco para os *traders* de farelo, embora com algumas exceções. Nas regiões de Maringá, Orlândia e Ponta Grossa, os níveis de efetividade sobressaíram-se, 62,31%, 53,99% e 57,87%, respectivamente. A região de Cuiabá apresentou o menor nível de efetividade, 19,15%, e o valor do coeficiente de inclinação não-significativo.

No mercado de óleo de soja bruto, desconsiderando-se as estimativas para as regiões de Chapecó, Dourados, Ponta Grossa, Rondonópolis e Uberlândia, que foram não-significativas, a região que apresentou o menor grau de efetividade do *hedge* foi Cuiabá, com 36,11%. O Estado de São Paulo, representado por Orlândia, apresentou maior nível de redução do risco na utilização do contrato óleo de soja de Chicago, 63,18%. Caso um agente detentor da *commodity* óleo de soja, na região de Orlândia, com posição no mercado físico de 1.000 toneladas de óleo, utilize-se da operação de *hedge* com a bolsa

estrangeira, teria como quantidade ótima a ser *hedgeada* 722 ton. de óleo. Esta operação apresentaria redução da variância da receita de 63,18%.

Tabela 7 - Estimativa do *hedge* ótimo e efetividade do *hedge* para a cadeia da soja utilizando os respectivos Contratos Futuros do cadeia da soja (CBOT), para as regiões brasileiras, com dados bissemanais

Regiões	Razão do <i>hedge</i>			Efetividade do <i>hedge</i>		
	Soja	Farelo	Óleo	Soja	Farelo	Óleo
Barreiras	0,4500 (0,1359)	0,1196 ^{NS} (0,1378)	0,5034 (0,1956)	0,4163 -	0,4985 -	0,4985 -
Cascavel	0,7657 (0,1641)	0,3790 (0,1563)	0,5343 (0,2410)	0,4933 -	0,3957 -	0,4684 -
Chapecó	0,6184 (0,1800)	0,3663 (0,1662)	0,0735 ^{NS} (0,3376)	0,3940 -	0,4396 -	0,0796 -
Cuiabá	0,6148 (0,1338)	0,1418 ^{NS} (0,1952)	0,4114 (0,2795)	0,4200 -	0,1915 -	0,3611 -
Dourados	0,6616 (0,1180)	0,3282 (0,1949)	0,3458 ^{NS} (0,3245)	0,4247 -	0,3774 -	0,2974 -
Maringá	0,5090 (0,1459)	0,6104 (0,1293)	0,4900** (0,2961)	0,3950 -	0,6231 -	0,4423 -
Campo Mourão	0,4558 (0,1802)	0,2738 (0,1364)	0,5625 (0,2543)	0,1957 -	0,3370 -	0,5049 -
Orlândia	0,3863 (0,1593)	0,5019 (0,1416)	0,7229 (0,2447)	0,1789 -	0,5399 -	0,6318 -
Passo Fundo	0,5094 (0,1670)	0,2657** (0,1829)	0,3902** (0,2583)	0,3836 -	0,3103 -	0,3852 -
Ponta Grossa	0,8025 (0,1398)	0,6669 (0,2014)	0,2462 ^{NS} (0,2665)	0,5787 -	0,6165 -	0,2385 -
Rio Verde	0,4620 (0,1717)	0,3625** (0,2273)	0,4252 (0,2244)	0,3026 -	0,3410 -	0,4140 -
Rondonópolis	0,6552 (0,1256)	0,2612 (0,1396)	0,3296 ^{NS} (0,2639)	0,4828 -	0,4036 -	0,2938 -
Uberlândia	0,8098 (0,1645)	0,3556 (0,1712)	0,2489 ^{NS} (0,3631)	0,5007 -	0,3531 -	0,2126 -

Fonte: Dados da pesquisa.

NS = não-significativos; ** = significativos a 10%; os demais significativos a 1%; () desvios-padrão.

De maneira geral, nas estimativas com intervalos bissemanais há comportamento de efetividade bem semelhante ao que foi encontrado na análise realizada com observações semanais. O ativo-base soja demonstrou relação entre os preços a vista e futuros, favorável à bolsa nacional, o que indica efetividade superior, em média, a 36%, em relação ao contrato da CBOT. Nas operações com farelo de soja, os resultados foram completamente favoráveis ao contrato futuro do mesmo ativo da CBOT, o que condiz com o comportamento verificado quando se utilizou o intervalo de tempo semanal. A maior diferença foi nos resultados das regressões bissemanais para o óleo de soja, em que mais de 80% das regiões analisadas beneficiaram-se de estratégias de *hedge* em detrimento da estratégia de *cross-hedge*.

Com base nos resultados apresentados nas Tabelas 2 a 7, é oportuno destacar que os coeficientes de inclinação estimados (razão do *hedge*), usando preços diários, em primeiras diferenças, foram notavelmente diferentes daqueles obtidos nas regressões com preços semanais e bissemanais diferenciados.

Com relação à comparação de estimativas com observações diárias, semanais e bissemanais, deve-se observar que o desvio-padrão dos coeficientes de inclinação tornou-se maior à medida que se alterava o intervalo de tempo de diário (Tabelas 2 e 3) para semanal (Tabelas 4 e 5) e bissemanal (Tabelas 6 e 7), o que pode ser explicado pelo fato de que, quando se reduz o intervalo de tempo em conjunto, perdem-se informações, o que são de extrema importância para futuras previsões.

Embora as regressões semanais e bissemanais apresentem desvios-padrão maiores que as séries diárias, resultando em perda de informações, estas ainda são mais indicadas para a análise, conforme explicado por STOLL e WHALEY (1993). Por fim, em razão da maior perda de informações quando se utilizam observações bissemanais, tornam-se mais confiáveis as estimativas referentes às observações semanais.

Concentrando a análise apenas nos resultados oriundos dos dados semanais e bissemanais, algumas generalizações podem ser feitas:

- Os *hedgers* que operam com soja em grão deveriam concentrar suas operações de *hedge* na BM&F. Note-se que esta análise não leva em consideração os custos operacionais. O maior volume de negócios pode reduzir os custos de transações na CBOT em relação à BM&F, o que pode ser atraente para os especuladores, mas a baixa efetividade do *hedge* da soja em grão brasileira em Chicago sugere que esta não é a melhor alternativa para o *hedger* brasileiro.
- Os *hedgers* de óleo e farelo pouco conseguiram reduzir seus riscos, quaisquer que fossem os instrumentos utilizados. Entretanto, as operações de *hedge* por meio de contratos futuros da CBOT tenderiam a ser mais efetivas do que por meio dos contratos da BM&F.
- As regiões de Ponta Grossa e Cascavel destacam-se com os maiores níveis de efetividade para as operações de *hedge* de soja. *Hedgers* destas regiões conseguiriam elevados níveis de proteção caso fizessem *hedge* na BM&F.
- Em contrapartida, produtores e demais *hedgers* de soja em grão situados em Orlândia e Campo Mourão teriam baixas efetividades de *hedge*, mesmo na BM&F.

5. RESUMO E CONCLUSÕES

O objetivo desta pesquisa foi avaliar a viabilidade de se utilizar o contrato de soja em grão como forma de gerenciamento de risco dos *traders* de farelo e óleo de soja ou, alternativamente, fazer um *hedge* na bolsa CBOT, forte concorrente em função da liquidez. Aos *traders* de soja em grão há também a possibilidade de fazer um *hedge* com outras bolsas. O *hedge* é uma estratégia de mercado que utiliza simultaneamente os mercados físico e futuro, em que são tomadas posições opostas (comprar e vender) em cada um dos mercados, enquanto o *hedging* consiste em executar esta operação.

Para cumprir este propósito fez-se necessário determinar alguns objetivos: 1) Estimar a quantidade de contratos futuros que deveria ser comprada (*hedge* de compra) ou vendido (*hedge* de venda) para minimizar o risco de variações da receita dos *hedgers* brasileiros de soja em grão, farelo e óleo bruto, em relação aos contratos da CBOT e da BM&F; e 2) Verificar quais das alternativas de *hedge* foram mais efetivas em cada categoria de *hedge* e em cada região.

Em decorrência, utilizou-se o primeiro vencimento com mudança na data de vencimento do contrato. Foram montadas séries diárias (492 observações); séries semanais, utilizando-se todas as quartas-feiras; na ausência dessa informação utilizou-se um dia imediatamente anterior ou posterior a esta data

(112 observações); e, por último, séries bissemanais (56 observações). As cotações futuras para as bolsas CBOT e BM&F e os preços regionais para São Paulo, Bahia, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Paraná, Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Goiás e Minas Gerais foram todos corrigidos para a unidade US\$/ton.

O modelo utilizado na estimação da razão ótima do *hedge* foi de MYERS e THOMPSON (1989), que levaram em conta as variâncias e covariâncias condicionadas às informações disponíveis no momento da tomada da decisão do *hedger*. Quanto a essas informações, o modelo permitiu que fossem incluídas todas fontes de informações que tinham impacto na determinação do preço a vista. No entanto, nenhuma outra variável foi incluída no modelo.

Realizou-se o teste de raiz unitária para verificar se as séries de preços regionais e cotações futuras foram estacionárias. Nesta análise, verificou-se que todas as séries de preços foram estacionárias, na primeira diferença. Cabe ressaltar que este teste é imprescindível para a escolha da melhor equação a ser utilizada no modelo adotado.

A partir das estimações da razão ótima do *hedge*, estimou-se a efetividade do *hedge*, computando as séries de retornos de uma posição não-*hedgeada* (dentro da amostra) e, depois, recomputou-se esta para uma posição *hedgeada* (dentro da amostra), calculando-se, finalmente, as variâncias para ambos os retornos e fazendo-se uma comparação.

Na análise dos intervalos de tempo diário, semanal e bissemanal, deu-se preferência aos resultados encontrados nas regressões realizadas com periodicidade semanal, pois, nas amostras diárias, surgiram problemas quando se optava por utilizar períodos de curta duração, tal como discutido por STOLL e WHALEY (1993); no outro extremo, que se utilizavam dados bissemanais, incorria-se na possibilidade de perda de informações.

Para a *commodity* soja, os resultados provenientes dos testes estatísticos mostraram que as cotações futuras da bolsa de Chicago estavam menos correlacionadas com os preços regionais do que as cotações futuras da BM&F.

A comparação das efetividades de *hedge* na BM&F e na CBOT, para soja em grão, sugere que as cotações futuras da bolsa de Chicago estão menos correlacionadas com os preços regionais da soja em grão do que as cotações futuras da BM&F. Isto pode ser explicado pelo desenho contratual da BM&F, que se adere mais à especificidade da soja brasileira. Sabe-se que qualquer processo de padronização faz com que os produtos de algumas áreas sejam, de alguma maneira, excluídos do padrão, do que resulta baixa correlação entre os preços do produto padronizado e do produto da região. Entretanto, ao que tudo indica, este caso se aplica ao padrão da CBOT do que ao da BM&F.

No geral, todas as regiões, exceto Campo Mourão e Orlândia, apresentaram redução do risco acima de 60%. A cidade de Rondonópolis, que representa o maior Estado produtor de soja do Brasil, apresentou resultado favorável à operação de *hedge* na BM&F, ou seja, em média, aqueles que deixassem de fazer uma operação de *hedge* estariam deixando de reduzir o risco em 78%.

Em contrapartida, na bolsa de Chicago, os resultados não foram satisfatórios. É interessante observar que Ponta Grossa foi a única região que apresentou considerável efetividade do *hedge*, de 53%, mesmo assim, parece mais viável ao produtor ou àquele que faz o uso do produto consolidar uma operação de *hedge* no mercado nacional que oferece uma minimização de risco de 83,57%.

Com relação ao farelo de soja, as estimativas foram muito mais favoráveis à bolsa do exterior do que à BM&F. Tal fato é possível de ser compreendido em face da existência do desenho contratual para a *commodity* subjacente, visto que, mesmo padronizado para um ativo que tenha no mercado externo oferta e demanda diferenciados do mercado nacional, os preços ainda são mais correlacionados por serem produtos semelhantes, do que quando se usam *commodities* diferenciadas.

Os resultados demonstraram que o movimento dos preços no mercado físico e futuro dessas *commodities* diferenciadas foi inconsistente com as relações existentes no mercado físico brasileiro e de futuros em Chicago, para o

mesmo produto. Dessa maneira, um investidor que busca segurança contra oscilações de preços, ao fazer uma operação de *cross-hedge* com contratos de soja da BM&F, teria uma operação inefetiva, ou seja, a variância da receita decorrente de se utilizar um *hedge* ótimo é a mesma de não se fazer um *hedge*. A única exceção seria a região de Dourados, que no entanto, apresentou baixo grau de efetividade (15%).

Na oportunidade de os investidores realizarem operação de *hedge* mediante contrato de farelo de soja da CBOT, os resultados revelam pequena minimização do risco, sobressaindo-se apenas duas regiões, que representam o Estado do Paraná, Maringá e Ponta Grossa, cuja efetividade do *hedge* foi de 54,04% e 51,71%, respectivamente.

As operações de *hedge* e de *cross-hedge* para a *commodity* óleo de soja, em relação ao comportamento dos níveis de efetividade, tratando-se do mercado como um todo, não foram favoráveis; as operações de *cross-hedge* não ultrapassou o grau de efetividade de 30%; e, na bolsa estrangeira, o grau de efetividade não ultrapassou o teto de 40%. Embora fossem extremamente baixos os níveis de efetividade, algumas regiões apresentaram melhores resultados para o *cross-hedge* do que para o *hedge*.

Analisando-se ainda as alternativas de gerenciamento de risco para o produto óleo bruto e deixando-se de lado o baixo grau de efetividade do *hedge*, cerca de 69% das regiões analisadas mostraram vantagem comparativa para o contrato da BM&F (operações de *cross-hedge*). Esses resultados devem ser analisados cuidadosamente, já que nove das estimativas da razão ótima do *hedge*, para o contrato de óleo da CBOT, não foram significativos e apenas uma das estimativas em que se utilizam o contrato da BM&F não foi significativa. Nas regiões Barreiras, Cascavel, Orlândia e Passo Fundo, o grau de efetividade do *hedge*, no período analisado, favoreceu operações de *hedge* na bolsa estrangeira.

Finalmente, conclui-se, a partir da análise dos resultados deste estudo, que a utilização do *hedge* de soja não pode servir de ferramenta efetiva de administração do risco para os compradores e vendedores de óleo de soja e farelo

de soja, devido a correlação que não é suficientemente alta, o que não torna essa operação de *cross-hedge* vantajosa.

Existe também, ao *trader* da cadeia da soja, a possibilidade de fazer um *hedge* com outras bolsas; neste estudo, no entanto, utilizou-se a bolsa de Chicago. Esta alternativa foi testada e verificou-se que o contrato de soja da BM&F foi mais efetivo para a *commodity* soja do mercado disponível brasileiro. Já para o farelo, apesar de baixos os resultados, houve total vantagem nas operações com contratos de Chicago. No caso do óleo, os resultados não foram satisfatórios, visto que houve baixo grau de efetividade, em ambas as bolsas. Porém, as operações de *cross-hedge*, para esta *commodity* apresentaram vantagem comparativa.

Em suma aos *hedgers* de soja em grão, seria recomendável a operacionalização desta estratégia na BM&F, ao passo que para os *hedgers* de derivados a única alternativa razoavelmente viável seria o *hedge* com contratos da CBOT. Entretanto, a baixa efetividade das operações de *hedge* na CBOT, bem como do *cross-hedge* com a BM&F, mostra que os *traders* de óleo e farelo ainda carecem de instrumentos de mercado adequados à redução de seus riscos de preços. Em tese, contratos de óleo e farelo específicos para os padrões da produção brasileira poderiam preencher tal lacuna. Mas para a viabilização de tais contratos, é fundamental que, primeiro, possa-se viabilizar o contrato futuro de soja em grão da BM&F, o qual ainda enfrenta fortes restrições em termos de volume de comércio.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRIANUAL. **Anuário estatístico da agricultura brasileira**. São Paulo: FNP Consultoria e Comércio, 2000.

AGRIANUAL. **Anuário estatístico da agricultura brasileira**. São Paulo: FNP Consultoria e Comércio, 2001.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE ÓLEOS VEGETAIS - ABIOVE. **Estatísticas do cadeia da soja**. São Paulo, 1997. 60 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE ÓLEOS VEGETAIS - ABIOVE. **Estatísticas do cadeia da soja**. São Paulo, 2000.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE ÓLEOS VEGETAIS - ABIOVE. São Paulo, 2001. (<http://www.abiove.com.br>).

BARROS, G.S.C., MAFIOLETTI, R.L. **Formação de preços na cadeia agroindustrial da soja na década de 90**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 38, 2000, Rio de Janeiro. **Anais...** Brasília: SOBER, 2000. p. 1-10.

BLANK, S.C., CARTER, C.A., SCHMIESING, B.H. **Futures and options markets - trading in commodities and financials**. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1991. 410 p.

BOLSA DE MERCADORIAS DE SÃO PAULO - BMSP. **Soja: mercado ajustado**. São Paulo, 1995. 28 p.

BOLSA DE MERCADORIAS & FUTUROS - BM&F. (<http://www.BM&F.com.br>).

BOLSA DE MERCADORIAS & FUTUROS - BM&F. **Curso Universidade Federal de Viçosa - agropecuários (açúcar, algodão, boi gordo, café, milho e soja** . 1997a. (Mimeogr.).

BOLSA DE MERCADORIAS & FUTUROS - BM&F. **Curso de derivativos agropecuários: mercado físico e futuro soja** . Rio de Janeiro, 1997b. (Mimeogr.).

BROWN, S.L. A reformulation of the portfólio model of hedge. **American Journal Agricultural Economics**, v. 67, p. 508-512, 1985.

CARTER, C.A., LOYNS, R.M.A. Hedge feedlot cattle: a canadian perspective. **American Journal Agricultural Economics**, v. 67, p. 32-39, 1985.

CHICAGO BOARD OF TRADE - CBOT. **Contract specifications soybeans futures**. 1999a. 1 p. (<http://www.cbot.com/ourproducts/spec37.html>).

CHICAGO BOARD OF TRADE - CBOT. **Contract specifications soybean meal futures**. 1999b. 1 p. (<http://www.cbot.com/ourproducts/spec41.html>).

CHICAGO BOARD OF TRADE - CBOT. **Contract specifications soybean oil futures**. 1999c. 1 p. (<http://www.cbot.com/ourproducts/spec39.html>).

CHICAGO BOARD OF TRADE - CBOT. **A chronological history. Visitors gallery** . 2000. 9 p. (http://www.cbot.com/points_of_interest/visitors/about_chronological.html).

COFFEY, B., ANDERSON, J.D., PARCELL, J.L. Optimal hedge ratios and hedge risk for grain by products. In: AAEE ANNUAL MEETING, 2000. **Selected Papers...** 2000. 19 p.

CONSULTORIA, MÉTODOS, ASSESSORIA E MERCANTIL LTDA. - CMA. (<http://www.CMA.com.br>).

DICKEY, D.A., FULLER, W.A. Distribution of the estimator for auto-regressive time series with unit root. **Journal of American Statistical Association**, v. 74, p. 427-431, 1979.

EDERINGTON, L.M. The hedge performance of the new futures markets. **The Journal of Finance** , v. 34, p. 157-170, 1979.

EViews. **User's guides**. 1997. 656 p.

- FRANÇA Jr., F.R. (Coord.). **Soja: análise fundamental e introdução à comercialização**. Curitiba: Safras & Mercados, 2000. 89 p.
- FNP CONSULTORIA E COMÉRCIO. 2001. (<http://www.FNP.com.br>).
- GUJARATI, D. **Econometria básica**. 3.ed. New York: McGraw-Hill, 2000. 752 p.
- HIERONYMUS, T.A. **Economics of futures trading for commercial and personal profit**. 2.ed. New York: Commodity Research Bureau, 1977. 368 p.
- HILL, R.C., GRIFFITHS, W.E., JUDGE, G.G. **Econometria**. São Paulo: Saraiva, 1999. 408 p.
- LAZZARINI, S.G. Gerenciamento de riscos de preços no sistema agroindustrial brasileiro da soja. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, v. 35, n. 4, p. 41-64, 1997.
- LEUTHOLD, R.M., DITSCH, M.W. **Evaluating the hedge potential of the lean hog futures contract**. Illinois: OFOR Paper, 1996. p. 2-21.
- LU, R., LEUTHOLD, R.M. **Cointegration relations between spot and futures prices for storable commodities: implications for hedging and forecasting**. Illinois: OFOR Paper, 1994. 112 p.
- MARQUES, P.V., MELLO, P.C. **Mercados futuros de commodities agropecuárias: exemplos e aplicações para os mercados brasileiros**. São Paulo: BM&F, 1999. 207 p.
- MYERS, C.S., BREALEY, A.R. **Princípios de finanças empresariais**. 1992. 828 p.
- MYERS, R.J., THOMPSON, S.R. Generalized optimal hedge ratio estimation. **American Agricultural Economics Association**, p. 858-867, 1989.
- PINDYCK, R.S., RUBINFELD, D.L. **Econometric models e economic forecasts**. New York: McGraw-Hill, 1991. 497 p.
- RESENHA BM&F, São Paulo, n. 128, 1998.
- RESENHA BM&F, São Paulo, n. 135, 1999a.
- RESENHA BM&F, São Paulo, n. 136, 1999b.
- RESENHA BM&F, São Paulo, n. 142, 2000.

- ROESSING, A.C., GUEDES, L.C.A. Aspectos econômicos da cadeia da soja: sua participação na economia brasileira e evolução na região do Brasil Central. In: ARANTES, SOUZA. **Cultura da soja nos cerrados**. Piracicaba: 1993. p. 1-28.
- SEDIYAMA, T., PEREIRA, M.G., SEDIYAMA, C.S., GOMES, J.L.L. **Cultura da soja**. Viçosa: UFV, 1996. 90 p.
- SILVA, A.B.M. **Análise da eficiência do mercado futuro de soja no Brasil**. Viçosa: UFV, 1998. 102 p. Dissertação (Mestrado em Economia Rural) - Universidade Federal de Viçosa, 1998.
- STEIN, J.L. The simultaneous determination of spot and futures prices. **American Economics Review**, v. 51, p. 1012-1025, 1961.
- STOLL, H.R., WHALEY, R.E. **Hedge with futures contracts: futures and options - theory and applications**. Cincinnati: South-Western, 1993. 413 p.
- TELSER, L.G., HIGINBOTHAM, H.N. Organized futures markets: costs and benefits. **Journal of Political Economy**, v. 85, n. 5, p. 969-1000, 1977.
- VUKINA, T., ANDERSON, J.L. A state space forecasting approach to optimal intertemporal cross-hedge **American Agricultural Economics Association**, v. 75, p. 416-424, 1993.
- WORKING, H.G. Futures trading and hedge. **American Economic Review**, v. 63, p. 314-343, 1953.

APÊNDICE

APÊNDICE

Tabela 1A - Resultados do teste ADF para estacionariedade das variáveis preço a vista e preço futuro em primeira diferença, dados diários - 1998-2000

Variável	Série original Estatística t (ADF)*	Eq. do teste **	Valor crítico (1%)	Em diferenças Estatística T (ADF)***
Barf	-2.6227	TI	-3.9812	-10,8898
Baro	-2.3954	NO	-2.5699	-10,3512
Bars	-2.8506	TI	-3.9812	-8,7986
Bmf	-1.8546	I	-3.4460	-9,3472
Cascf	-2.8087	TI	-3.9812	-8,0514
Casco	-2.3890	TI	-3.9812	-11,4477
Cascs	-1.8956	TI	-3.9812	-10,4936
Cbotf	-2.8930	TI	-3.9812	-11,0502
Cboto	-1.5536	TI	-3.9812	-11,1363
Cbots	-2.3242	I	-3.4460	-10,9960
Chapef	-2.8725	TI	-3.9812	-11,1389
Chapeo	-3.0751	TI	-3.9812	-10,6744
Chapes	-1.9660	I	-3.4460	-9,5843
Cuiabaf	-3.1207	TI	-3.9812	-9,8525
Cuiabao	-2.0249	TI	-3.9812	-8,1704
Cuiabas	-1.9185	TI	-3.9812	-9,1006

* Ordem de k = 4, em que k = número de defasagens.

** TI = Tendência e Intercepto; I = Intercepto; NO = nenhum

*** Valor crítico Mackinon a 1% = -3,4461. Para todas as variáveis a equação do teste com Intercepto, ordem de k = 4, em que k = número de defasagens.

Tabela 1A, Cont.

Variável	Série original Estatística t (ADF)	Eq. do teste	Valor crítico (1%)	Em diferenças Estatística T (ADF)
Douf	-2.7653	TI	-3.9812	-11,9897
Douo	-1.6634	NO	-2.5699	-10,4000
Dous	-1.4991	I	-3.4460	-10,9930
Marf	-2.2894	TI	-3.9812	-11,1616
Maro	-2.4320	TI	-3.9812	-10,9885
Mars	-2.6940	TI	-3.9812	-9,8872
Mouraof	-2.4320	TI	-3.9812	-10,4501
Mourao	-2.0171	TI	-3.9812	-10,2974
Mouraos	-2.4062	TI	-3.9812	-10,0218
Orlandf	-2.4248	TI	-3.9812	-9,6951
Orlando	-2.4845	TI	-3.9812	-8,9756
Orlands	-2.1053	TI	-3.9812	-9,0152
Passof	-2.8045	TI	-3.9812	-11,5911
Passoo	-2.0929	TI	-3.9812	-9,9935
Passos	-1.9939	I	-3.4460	-9,5478
Pontaf	-2.5739	TI	-3.9812	-12,5100
Pontao	-2.1043	TI	-3.9812	-9,9222
Pontas	-1.9524	I	-3.4460	-11,1661
Riof	-2.7046	TI	-3.9812	-9,9386
Rioo	-2.1600	TI	-3.9812	-9,7766
Rios	-2.4556	TI	-3.9812	-9,0746
Rondof	-2.8254	TI	-3.9812	-10,5756
Rondoo	-2.2627	TI	-3.9812	-8,39910
Rondos	-2.1199	TI	-3.9812	-9,7261
Uberf	-2.2068	TI	-3.9812	-11,2533
Ubero	-2.4664	TI	-3.9812	-11,1981
Ubers	-1.8858	I	-3.4460	-10,1205

Fonte: Dados da pesquisa.

Barf = farelo/Barreiras; baro = óleo/Barreiras; bars = soja/ Barreiras; bmf = cotações da BM&F (soja); cascf = farelo/Cascavel, casco = óleo/Cascavel; cascs = soja/Cascavel, cbotf = cotações da CBOT (farelo); cboto = cotações da CBOT (óleo); cbotf = cotações da CBOT(soja); chapef = farelo/Chapecó; chapeo = óleo/Chapecó; chapes = soja/Chapecó; cuiabaf = farelo/Cuiabá; cuiabao = óleo/Cuiabá; cuiabas = soja/Cuiabá; douf = farelo/Dourados; douo = óleo/Dourados; dous = soja/Dourados; marf = farelo/Maringá; maro = óleo/Maringá; mars = soja/Maringá; mouraof = farelo/Campo Mourão; mourao = óleo/Campo Mourão; mouraos = farelo/Campo Mourão; orlandf = farelo/Orlândia; orlando = óleo/orlândia, Orlands = soja/Orlândia; passof = farelo/Passo Fundo; passoo = óleo/Passo fundo; passos = soja/Passo Fundo; pontaf =farelo/Ponta Grossa; riof = farelo/Rio Verde; rioo = óleo/Rio Verde; rios = soja/Rio Verde; rondof = farelo/Rondonópolis; rondoo = óleo/Rondonópolis; rondos = soja/Rondonópolis; uberf = farelo/Uberlândia; ubero = óleo/Uberlândia; uberf = farelo/Uberlândia.

Tabela 2 - Resultados do teste ADF para estacionariedade das variáveis preço a vista e preço futuro em primeira diferença, dados semanais 1998-2000

Variável	Série original Estatística t (ADF)*	Eq. do teste**	Valor crítico (1%)	Em diferenças Estatística T (ADF)***
Barf	-1.8711	TI	-4.0468	-4.5076
Baro	-2.9376	NO	-2.5852	-4.7095
Bars	-2.0811	I	-3.4928	-3.9565
Bmf	-2.1743	I	-3.4928	-3.9712
Cascf	-1.9275	TI	-4.0468	-5.2250
Casco	-2.3130	NO	-2.5852	4.2810
Cases	-1.7291	I	-3.4928	-4.3203
Cbotf	-2.5736	TI	-4.0468	-4.0481
Cboto	-1.6143	TI	-4.0468	-3.9644
Cbots	-2.1113	TI	-4.0468	-4.0318
Chapef	-1.5395	TI	-4.0468	-5.0399
Chapeo	-1.9212	NO	-2.5852	-5.6377
Chapes	-2.1180	I	-3.4928	-4.0034
Cuiabaf	-1.7095	TI	-4.0468	-5.7277
Cuiabao	-2.3753	NO	-2.5852	-3.6688
Cuiabas	-1.9037	I	-3.4928	-3.7349
Douf	-1.6475	TI	-4.0468	-5.0656
Douo	-1.9579	TI	-4.0468	-4.5111
Dous	-2.0036	I	-3.4928	-3.5000
Marf	-1.6857	TI	-4.0468	-4.7573
Maro	-2.6034	NO	-2.5852	-5.5618
Mars	-1.7371	I	-3.4928	-4.1214
Mouraof	-1.6952	TI	-4.0468	-4.5729
Mourao	-2.3278	NO	-2.5852	-4.4869
Mourao	-1.6094	TI	-4.0468	-4.4954
Orlandf	-1.3891	TI	-4.0468	-5.0796
Orlando	-2.1212	NO	-2.5852	-4.6648
Orlands	-1.6005	TI	-4.0468	-4.2777
Passof	-1.8450	TI	-4.0468	-5.2115
Passoo	-2.0700	NO	-2.5852	-4.2320
Passos	-1.6523	I	-3.4928	-3.8182
Pontaf	-1.6045	TI	-4.0468	-6.6114
Pontao	-2.4395	NO	-2.5852	-3.6143
Pontas	-1.8958	I	-3.4928	-4.0596
Riof	-1.9157	TI	-4.0468	-5.6734
Rioo	-2.3774	NO	-2.5852	-4.5563
Rios	-1.5648	I	-3.4928	-4.8420

* Ordem de $k = 4$, em que k = número de defasagens.

** TI = Tendência e Intercepto; I = Intercepto; NO = nenhum

*** Valor crítico Mackinnon a 1% = -3,4934. Para todas as variáveis a equação do teste com Intercepto, ordem de $k = 4$, em que k = número de defasagens.

Tabela 2A, Cont.

Variável	Série original Estatística t (ADF)	Eq. do teste	Valor crítico (1%)	Em diferenças Estatística T (ADF)
Rondof	-1.7425	TI	-4.0468	-5.5506
Rondoo	-1.8889	TI	-4.0468	-3.9895
Rondos	-1.8150	I	-3.4928	-4.0537
Uberf	-1.8314	TI	-4.0468	-4.3926
Ubero	-2.2151	NO	-2.5852	-5.0510
Ubers	-1.6528	I	-3.4928	-4.4890

Fonte: Dados da pesquisa.

Barf = farelo/Barreiras; baro = óleo/Barreiras; bars = soja/ Barreiras; bmf = cotações da BM&F (soja), cascf = farelo/Cascavel, casco = óleo/Cascavel; cascs = soja/Cascavel, cbotf = cotações da CBOT (farelo); cboto = cotações da CBOT (óleo); cbotf = cotações da CBOT(soja); chapef = farelo/Chapecó; chapeo = óleo/Chapecó; chapes = soja/Chapecó; cuiabaf = farelo/Cuiabá; cuiabao = óleo/Cuiabá; cuiabas = soja/Cuiabá; douf = farelo/Dourados; douo = óleo/Dourados; dous = soja/Dourados; marf = farelo/Maringá; maro = óleo/Maringá; mars = soja/Maringá; mouraof = farelo/Campo Mourão; mourao = óleo/Campo Mourão, mouraos = farelo/Campo Mourão; orlandf = farelo/Orlândia; orlando = óleo/orlândia, Orlands = soja/Orlândia; passof = farelo/Passo Fundo; passoo = óleo/Passo fundo; passos = soja/Passo Fundo; pontaf = farelo/Ponta Grossa; riof = farelo/Rio Verde; rioo = óleo/Rio Verde; rios = soja/Rio Verde; rondof = farelo/Rondonópolis; rondoo = óleo/Rondonópolis; rondos = soja/Rondonópolis; uberf = farelo/Uberlândia; ubero = óleo/Uberlândia; uberf = farelo/Uberlândia.

Tabela 3 - Resultados do teste ADF para estacionariedade das variáveis preço a vista e preço futuro em primeira diferença, dados bissemanais 1998-2000

Variável	Série original Estatística t (ADF)*	Eq. do teste **	Valor crítico (1%)	Em diferenças Estatística T (ADF)***
Barf	-2.2118	TI	-4.1348	-6,1039
Baro	-2.6012	NO	-2.6055	-6,6562
Bars	-2.3188	TI	-4.1348	-6,2998
Bmf	-2.1065	TI	-4.1348	-5,0724
Cascf	-2.1363	TI	-2.6055	-6,8225
Casco	-2.1437	NO	-4.1348	-6,3503
Cascs	-1.8667	TI	-4.1348	-6,1576
Cbotf	-2.5858	NO	-2.6055	-4,8189
Cboto	-1.7989	I	-3.5547	-4,6726
Cbots	-2.2241	TI	-4.1348	-5,1700
Chapef	-1.9923	I	-4.1348	-7,6524
Chapeo	-1.8972	TI	-4.1348	-6,4973
Chapes	-1.8965	TI	-4.1348	-5,6638
Cuiabaf	-2.6854	TI	-4.1348	-8,0148
Cuiabao	-1.9428	TI	-3.5547	-5,6390
Cuiabas	-1.6779	TI	-4.1348	-4,4846
Douf	-2.0952	TI	-2.6056	-7,2160
Douo	-2.3756	TI	-3.5547	-6,1258
Dous	-1.8809	I	-4.1348	-4,4191
Marf	-2.0116	TI	-2.6055	-6,1108
Maro	-1.9971	NO	-4.1348	-7,7148
Mars	-1.8497	I	-4.1348	-5,6157
Mouraof	-1.9101	TI	-4.1348	-5,9669
Mourao	-1.9833	NO	-4.1348	-6,5552
Mouraos	-1.9725	TI	-4.1348	-6,7554
Orlandf	-1.8317	TI	-4.1348	-6,5973
Orlando	-1.8945	TI	-4.1348	-6,4664
Orlands	-1.6496	TI	-4.1348	-5,6557
Passof	-2.6292	TI	-4.1348	-6,8519
Passoo	-2.0952	NO	-2.6055	-5,8406
Passos	-1.8238	I	-3..5547	-5,9965
Pontaf	-2.2591	TI	-4.1348	-9,1280
Pontao	-2.1761	NO	-2.6055	-5,4944
Pontas	-2.0927	I	-3.5547	-5,9745
Riof	-2.3993	TI	-4.1348	-6,8892
Rioo	-1.9103	NO	-2.6055	-6,0315
Rios	-1.8786	I	-3.5547	-7,0277
Rondof	-2.3725	TI	-4.1348	-7,5757

* Ordem de k = 1, em que k = número de defasagens.

** TI = Tendência e Intercepto; I = Intercepto; NO = nenhum.

*** Valor crítico Mackinon a 1% = -3,5572. Para todas as variáveis a equação do teste com Intercepto, ordem de k = 1, em que k = número de defasagens.

Tabela 3A, Cont.

Variável	Série original Estatística t (ADF)	Eq. do teste	Valor crítico (1%)	Em diferenças Estatística T (ADF)
Rondoo	-2.0814	TI	-4.1348	-5,5617
Rondos	-1.7833	I	-3.5547	-5,1519
Uberf	-2.2901	TI	-4.1348	-5,6559
Ubero	-1.9503	NO	-2.6055	-7,7875
Ubers	-1.8363	I	-3.5547	-5,8435

Fonte: Dados da pesquisa.

Barf = farelo/Barreiras; baro = óleo/Barreiras; bars = soja/ Barreiras; bmf = cotações da BM&F (soja), cascf = farelo/Cascavel, casco = óleo/Cascavel; cascs = soja/Cascavel, cbotf = cotações da CBOT (farelo); cboto = cotações da CBOT (óleo); cbotf = cotações da CBOT(soja); chapef = farelo/Chapecó; chapeo = óleo/Chapecó; chapes = soja/Chapecó; cuiabaf = farelo/Cuiabá; cuiabao = óleo/Cuiabá; cuiabas = soja/Cuiabá; douf = farelo/Dourados; douo = óleo/Dourados; dous = soja/Dourados; marf = farelo/Maringá; maro = óleo/Maringá; mars = soja/Maringá; mouraof = farelo/Campo Mourão; mouraoo = óleo/Campo Mourão, mouraos = farelo/Campo Mourão; orlandf = farelo/Orlândia; orlando = óleo/orlândia, Orlands = soja/Orlândia; passof = farelo/Passo Fundo; passoo = óleo/Passo fundo; passos = soja/Passo Fundo; pontaf =farelo/Ponta Grossa; riof = farelo/Rio Verde; rioo = óleo/Rio Verde; rios = soja/Rio Verde; rondof = farelo/Rondonópolis; rondoo = óleo/Rondonópolis; rondos = soja/Rondonópolis; uberf = farelo/Uberlandia; ubero = óleo/Uberlandia; uberf = farelo/Uberlandia.