



UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

O USO DE MERCADOS FUTUROS COMO
INSTRUMENTO DE *HEDGING* PARA O
AGRONEGÓCIO DO CAFÉ E DA SOJA NA BAHIA

REINALDA SOUZA OLIVEIRA

CRUZ DAS ALMAS - BAHIA

Novembro- 2004

O USO DE MERCADOS FUTUROS COMO
INSTRUMENTO DE *HEDGING* PARA O
AGRONEGÓCIO DO CAFÉ E DA SOJA NA BAHIA

REINALDA SOUZA OLIVEIRA

Matemática
Universidade Estadual de Feira de Santana, 1997.

Dissertação submetida à Câmara de Ensino de Pós-Graduação e Pesquisa da Universidade Federal da Bahia como requisito parcial para obtenção do Grau de Mestre em Ciências Agrárias - área de concentração em Desenvolvimento Rural.

Orientador: Prof. Dr. Warli Anjos de Souza

UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
MESTRADO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CRUZ DAS ALMAS - BAHIA – 2004

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Dr. Warli Anjos de Souza
Escola de Agronomia - UFBA
(Orientador)

Prof. Dr. Mario Antonio Margarido
Instituto de Economia Agrícola - IEA

Prof. Dr. Carlos Augusto Pereira Filho
Escola de Agronomia - UFBA

Dissertação homologada pelo Colegiado de Curso de Mestrado em Ciências Agrárias em.....
Conferindo o Grau de Mestre em Ciências Agrárias em

Veja, a história ainda não está perdida
tenha fé em Deus, tenha fé na vida,
tente outra vez.

Raul Seixas

Dedico
à memória de meu pai, Luiz,
à minha mãe, Benilce,
à minha irmã, Leny,
à meu noivo, Ricardo,
à memória de um grande amigo, Willian.

Agradecimentos

A Deus, por ser o meu guia.

Ao Prof. Dr. Warli Anjos de Souza, pela transmissão de conhecimento e a orientação concedidas.

Aos funcionários da UFBA, Sr. Bartolomeu, Sra. Sandra e Sra. Cida, pela ajuda e disponibilidade no atendimento.

Aos colegas de mestrado Luciene, Sergio, Marcos e Cláudio, pelos momentos agradáveis e pela ajuda sempre que solicitados.

A Sheila, pelas sugestões que enriqueceram meu trabalho e pelo abrigo sempre que lhe solicitei.

A Ricardo, pelo amor, companheirismo, paciência e dedicação. Você é que mantém a minha vontade de continuar sempre.

À Sra. Dinorá, Sr. Edvaldo e Graziella, pelos domingos agradáveis e pelo incentivo.

Aos meus irmãos, Tatiana, Lívia, Marcos e Marcio, por serem o meu porto seguro.

Aos meus sobrinhos, Daiane, Victória, Lucas e Vinícius, por me trazerem alegria e a certeza de que a vida não pode parar.

A Jair Wyzykowski, pela ajuda na formatação do trabalho e pela amizade desenvolvida durante os momentos de aflição.

A Tereza Bitencourt, pela disponibilidade e ajuda com o SAS.

De forma especial, a Mario Margarido, pela amizade, atenção, paciência, dedicação em me ajudar a rodar os dados e pelo interesse por meu trabalho.

A João Henrique Rocha, pelos primeiros passos dessa caminhada, quando esta dissertação ainda era um projeto.

Aos meus amigos, Carla, André, Poliane e Vitor, pela amizade e pelos momentos de descontração.

A Danilo Aguiar pelo envio dos artigos.

SUMÁRIO

SUMÁRIO	VI
LISTA DE TABELAS.....	VIII
LISTA DE FIGURAS.....	IX
INTRODUÇÃO	1
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	4

CAPÍTULO 1

MERCADOS FUTUROS E <i>HEDGING</i> NO MERCADO DO CAFÉ: O CASO VITÓRIA DA CONQUISTA.....	6
RESUMO	7
ABSTRACT.....	8
1. INTRODUÇÃO	9
1.2. Bahia: a nova fronteira do café	11
1.3 O problema e sua importância	13
1.4. Objetivos.....	15
2. REVISÃO DE LITERATURA	16
2.1. O risco e o retorno dos títulos	16
2.2. O <i>hedge</i>	18
2.3. Os Mercados Futuros como administração de risco.....	19
3. METODOLOGIA	21
3.1 Modelo Analítico	21
3.1. Cálculo da Efetividade do <i>Hedge</i>	22
3.2. Mensuração da ordem de integração – Teste de Raiz Unitária.	27
3.3. Pressupostos estatísticos	27
3.4 Teste de Raiz Unitária.....	28
3.4.2. Co-integração	30
3.5. Dados.....	33
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	33
4.1. A efetividade e a razão ótima do <i>hedge</i>	36

CONCLUSÕES	37
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	39

CAPÍTULO 2

MERCADOS FUTUROS E <i>HEDGING</i> NO MERCADO DA SOJA: O CASO BARREIRAS	43
RESUMO:	44
ABSTRACT:.....	45
1. INTRODUÇÃO	46
1.2 - A Região Oeste da Bahia	47
1.3. Bolsas	48
1.3.1 Histórico da BM&F	48
1.3.2 Características dos contratos negociados na BM&F	50
1.4. O problema e sua importância	50
1.5. Objetivos.....	52
2. REVISÃO DE LITERATURA	52
2.1. O risco e o retorno dos títulos	52
2.2. O <i>hedge</i>	55
2.3. Os Mercados Futuros como administração de risco.....	56
3. METODOLOGIA	58
3.1 Modelo Analítico	58
3.1. Cálculo da Efetividade do <i>Hedge</i>	59
3.2. Mensuração da ordem de integração – Teste de Raiz Unitária.	63
3.3. Pressupostos estatísticos	64
3.4 Teste de Raiz Unitária.....	64
3.4.2. Co-integração	67
3.5. Dados.....	69
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	69
4.1. A efetividade e a razão ótima do <i>hedge</i>	73
5.CONCLUSÕES	74
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	75
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	80

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 1

Tabela 1 Determinação do número de defasagens, segundo o Critério de Informação de Schwarz (BIC), para executar o teste de raiz unitária do tipo ADF para as variáveis LBMF e LCON, janeiro de 1995 a dezembro de 2002.....	34
Tabela 2 Teste de Raiz Unitária Dickey-Fuller Aumentado (ADF) para as variáveis LBMF e LCON, janeiro de 1995 a dezembro de 2002.	35
Tabela 3 Resultados do teste de co-integração de Johansen para a estatística $\lambda_{\text{traço}}$, variáveis LBMF e LCON, janeiro de 1995 a dezembro de 2002.	36
Tabela 4 Efetividade e razão ótima de <i>hedge</i> , para a região de Vitória da Conquista, no mercado futuro da BM&F.....	37

CAPÍTULO 2

Tabela 1 Determinação do número de defasagens, segundo o Critério de Informação de Schwarz (BIC), para executar o teste de raiz unitária do tipo ADF para as variáveis LBMFS e LPBR, janeiro de 1996 a dezembro de 2000.....	71
Tabela 2 Teste de Raiz Unitária Dickey-Fuller Aumentado (ADF) para as variáveis LBMFS e LPBR, janeiro de 1996 a dezembro de 2000.	71
Tabela 3 Resultados do teste de co-integração de Johansen para a estatística $\lambda_{\text{traço}}$, variáveis LBMFS e LPBR, janeiro de 1996 a dezembro de 2000.	73
Tabela 4 Efetividade e razão ótima de <i>hedge</i> , para a região de Barreiras, no mercado futuro da BM&F.....	74

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 1

Figura 1 – Séries do logaritmo de COM e BM&F, jan/95 a dez/02..... 33

CAPÍTULO 2

Figura 1 – Séries do logaritmo de PBR e BM&FS, jan/96 a dez/00. 70

O USO DE MERCADOS FUTUROS COMO INSTRUMENTO DE *HEDGING* PARA O AGRONEGÓCIO DO CAFÉ E DA SOJA NA BAHIA

Autor: Reinalda Souza Oliveira

Orientador: Warli Anjos de Souza

RESUMO:

Durante muito tempo, o protecionismo agrícola vigorou no Brasil. A existência de preços únicos ou monitorados pelo governo contribuiu para que grande parte dos produtores de grãos não se preocupasse com as condições do mercado, deixando a responsabilidade da administração dos preços a cargo do poder público. Com a diminuição da intervenção governamental e a falência dos estímulos financeiros destinados à agropecuária, os agentes deste setor devem buscar novos instrumentos de financiamento para a produção e comercialização e utilizar mecanismos de administração de riscos, tanto os de produção quanto os de preço. O presente trabalho analisa o uso de mercados futuros na Bahia. O primeiro capítulo aborda a efetividade do *hedge* no agronegócio café na praça de Vitória da Conquista e a relação de longo prazo entre o mercado físico e a BM&F, no período de 1995 a 2002. Uma regressão, tendo como variável explicativa o preço futuro, foi utilizada no modelo. Os resultados mostram que o *hedge* do café é efetivo em Vitória da Conquista, mas que não existe uma relação (equilíbrio) de longo prazo entre o mercado físico e a BM&F. Em seu segundo capítulo, o estudo direciona-se à *commodity* soja em grão, e a região de estudo o município de Barreiras, a análise refere-se ao período de 1996 a 2000. Assim como o primeiro capítulo, esse *paper*

focaliza a efetividade do *hedge* da soja em grão na praça de Barreiras e a relação de longo prazo entre o mercado físico e a BM&F. Os resultados mostram que o *hedge* da soja em grão não é efetivo, mas que existe uma relação de equilíbrio de longo prazo entre a praça de Barreiras e a BM&F.

THE USE OF FUTURES MARKETS AS A *HEDGING* INSTRUMENT FOR AGRIBUSINESS THE COFFEE AND SOYBEANS IN BAHIA

Author: Reinalda Souza Oliveira

Advisor: Warli Anjos de Souza

ABSTRACT:

For a long time agricultural protectionism predominated in Brazil. The existence of single prices or government regulated prices led producers not to worry about market conditions, leaving to the government the responsibility of managing prices. With the reduction of government intervention and the failure of the financial incentives for agriculture, agents in this sector must look for new financing instruments for the production and commercialization, and use risk management mechanisms, both for production and for price. The present work analyses the use of futures markets in Bahia. The first article investigates the effectiveness of hedge in the coffee agribusiness in the Vitória da Conquista market and the long term relationship between the physical market and the BM&F during the 1995-2002 period. A regression, having physical (spot) and future prices as explicative variables was used in the model. The results show the hedge for coffee is effective in the Vitória da Conquista market, but also that there is no long term relation (equilibrium) between the physical market and the BM&F. In the second chapter this work is directed to the soybean commodity in the region of Barreiras, and the analysis is for the 1996-2000 period. As in the first chapter the article investigates the effectiveness of hedge for soybeans in the Barreiras market and the long term relationship between the physical

market and the BM&F. The results show the hedge for soybeans is not effective, but there is a long term equilibrium relationship between the Barreiras market and the BM&F.

INTRODUÇÃO

Durante muito tempo, o protecionismo agrícola vigorou no Brasil. A existência de preços únicos ou monitorados pelo governo contribuiu para que uma grande parcela dos produtores de grãos não se preocupasse com as condições do mercado, deixando a responsabilidade da administração dos preços a cargo do poder público. Contudo, por falta de recursos, o governo estabeleceu novas prioridades. Adotando políticas de maior estímulo à competitividade, diminuiu cada vez mais a sua atuação nos mercados agrícolas, delegando ao produtor a tarefa da administração dos problemas pertinentes à produção e à comercialização.

Desse modo, com a diminuição da intervenção governamental e a falência dos estímulos financeiros destinados à agropecuária, os agentes desse setor devem buscar novos instrumentos de financiamento para a produção e a comercialização e utilizar mecanismos de administração de riscos, tanto os de produção quanto os de preço.

No mercado dos produtos agrícolas, os produtores ao planejarem sua produção, vêm-se diante da incerteza a respeito do preço que obterão e, conseqüentemente, da receita (variáveis que só serão conhecidas na época da colheita). Assim, o acerto ou o conhecimento antecipado do preço do produto para entrega futura poderia reduzir a incerteza, simultaneamente, para vendedor e para comprador.

Na administração do risco de preço, o uso de contratos futuros constitui uma alternativa para a os produtores. Segundo Hull (1996), um contrato futuro é o

compromisso de comprar ou de vender determinado ativo numa data específica no futuro, por um preço previamente estabelecido.

Os contratos futuros são negociados em bolsas de futuro. A Bolsa de Mercadoria e Futuros (BM&F) negocia contratos agrícolas (café, soja, algodão, boi gordo, milho, açúcar e álcool anidro) e financeiros (câmbio, juros) . Os agentes que comercializam na bolsa de futuros são conhecidos como *hedge* e especuladores. Numa negociação a futuro, o objetivo do hedge é administrar o risco de preço e do especulador, imprimir liquidez ao mercado. Os especuladores participam do mercado futuro visando obter o máximo de lucro em suas operações, eles entram e saem do mercado com rapidez, com a oferta ou a demanda de contratos, garantindo facilidade a quem deseja entrar no mercado ou sair dele.

O hedge é uma estratégia de mercado, ele pode atuar, simultaneamente, no mercado físico e no mercado futuro, comprando ou vendendo. O *hedge* pode ser de compra, de forma que, inicialmente, se compra no mercado futuro e se vende no mercado físico; ou de venda, quando, inicialmente, se vende no mercado futuro e se compra no mercado físico. Diz-se inicialmente, pois essas posições podem ser invertidas a qualquer momento.

Como os mercados caminham no mesmo sentido, uma perda em um dos mercados seria parcialmente compensada no outro mercado. Essa é uma possível estratégia para agricultores, cooperativas, agroindústrias e demais agentes de comercialização agrícola reduzirem seus riscos de preços.

De acordo com a Agriannual (2003), os produtos agrícolas brasileiros que mais têm trazido divisas para o país são o café e a soja.

O café é uma *commodity* de grande expressão para o agronegócio no mundo. A cadeia do café movimenta, mundialmente, cerca de 35 bilhões de dólares. Os dois

maiores produtores são o Brasil, com 25,63% da produção e a Colômbia, com 11,4% (Informe Estatístico do Café, 2002). O café ocupa a segunda posição na pauta de exportação do país, a soja o primeiro.

Os produtos do complexo soja têm sido os principais representantes do agronegócio nas exportações brasileiras. Em 2001, as exportações do complexo soja responderam por 9,1% das exportações totais, somando US\$ 58,22 bilhões, e por 41,1% das vendas externas do agronegócio, num total de US\$ 23,958 bilhões (Agriannual, 2003).

A despeito de tal desempenho, os produtores brasileiros de café e de soja enfrentam o problema de volatilidade de preço, característica peculiar a essas *commodities*. Estimativas feitas por Aguiar (2003) mostram que, entre os principais produtos agropecuários brasileiros, o café, em primeiro lugar, e a soja, em segundo, são os que apresentam elevada volatilidade de preço. Segundo esse mesmo autor, a volatilidade média anual da soja alcançou 17,39%, no período de julho de 2000 a outubro de 2002. Logo, o uso de estratégias para a redução da volatilidade de preços é de grande importância para os agentes que atuam na produção e comercialização dessas *commodities*.

A problemática da pesquisa consiste no estudo do uso do mercado futuro na Bahia, como forma de administração de risco de preço. Não existem pesquisas desse gênero para a Bahia, diferencial deste trabalho. Assim, a necessidade de estudos desenvolvidos com o propósito de servir como referência para os produtores nesse estado, no tocante aos riscos enfrentados na produção, justifica a realização da presente dissertação.

Este trabalho estrutura-se em dois capítulos. No primeiro capítulo, discute-se a efetividade do *hedge* para o agronegócio café na região de Vitória da Conquista e

a existência de uma relação de longo prazo entre essa praça e a BM&F. Para tanto, é utilizada uma regressão na qual o preço *spot* (mercado físico) está em função do preço futuro. Conforme estudos, como, Aguiar (2003) e Azevedo *et al* (2003), o mercado futuro é um forte indicador dos preços no mercado à vista.

No segundo capítulo, o estudo é direcionado à *commodity* soja, e a região de estudo é o município de Barreiras, maior produtor de soja no Estado da Bahia. Assim como, no primeiro capítulo, o objetivo é verificar a efetividade do hedge na praça de Barreiras e a relação de longo prazo entre o mercado físico e a BM&F.

Por fim, são apresentadas algumas formulações conclusivas a respeito do uso dos contratos futuros nas regiões em estudo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRIANUAL. **Anuário estatístico da agricultura brasileira**. São Paulo: FNP Consultoria e Comércio, 2003.

AGUIAR, D. R. D; LIMA, J. E. & SILVA, A. R. **O Hedge com Contratos Futuros no Complexo Soja Brasileiro: BM&F vs. CBOT**. Revista de Economia e Sociologia Rural, Brasília, 41 (2):279-300, Abr./Jun. 2003.

AZEVEDO, Adriano Freitas; ELIAS, Renato; JUNIOR, Luiz G. de Castro;. **Efetividade e razão ótima de hedge na cafeicultura em diversas localidades de Minas Gerais e São Paulo**. 36º Congresso Brasileiro de Economia e Sociologia Rural, Juiz de Fora, Minas Gerais, Julho, 2003.

HULL, Jonh. **Introdução aos mercados futuros e de opções**. 2ª ed. São Paulo: BM&F - Bolsa de Mercadorias e Futuros, Cultura Editores Associados, 1996.

MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Informe Estatístico do Café**. Janeiro, 2003.

CAPÍTULO 1

Mercados futuros e *hedging* no mercado do café: o caso Vitória da Conquista

Mercados futuros e *hedging* no mercado do café: o caso Vitória da Conquista

Autor: Reinalda Souza Oliveira

Orientador: Warli Anjos de Souza

RESUMO

Este artigo analisa o efeito do uso de mercados futuros e a utilização do *hedge* na administração do risco de preço, na região de Vitória da Conquista, no período de 1995 a 2002. Uma regressão, que tem como variável explicativa preço futuro, foi utilizada no modelo. Para verificar a co-integração das séries, o procedimento utilizado foi o descrito por Johansen. As séries não apresentaram equilíbrio de longo prazo. Os resultados mostram significativa redução do risco de preço para o *hedge* de dois meses antes do vencimento do contrato. De acordo com o resultado da razão ótima de *hedge*, a região deveria comercializar a produção física total da localidade e um gradiente no mercado futuro.

Palavras-chave: efetividade, *hedge*, co-integração, café.

Futures markets and hedging in the market of coffee: the case of Vitória da Conquista

Author: Reinalda Souza Oliveira

Adviser: Warli Anjos de Souza

ABSTRACT

This article investigates the effect of the use of futures markets and hedge in the administration of price risk in the region of Vitória da Conquista during the 1995-2002 period. A regression, having future price as explicative variable, was used in the model. The procedure used to verify the series co-integration was the one described by Johansen. The series did not present long term equilibrium. The results showed good price risk reduction for the hedge of two months before contract end. According to the result for the hedge optimum quotient should trade the total physical production of the locality and a gradient in the futures market.

Key words: effectiveness, hedge, co-integration, coffee.

1. INTRODUÇÃO

Uma forma de o produtor tentar garantir receita é através de instrumentos de financiamento que cubram os possíveis riscos, tanto de produção quanto de preço.

Na administração da volatilidade dos preços agrícolas, vários mecanismos são usados pelos agentes, como, a CPR (Cédula do Produtor Rural), Contratos de Opção ou Contratos Futuros.

Ao longo dos anos oitenta, assistiu-se a uma série de transformações na economia brasileira (tais como, abertura econômica nos anos 90 e o controle da inflação) com reflexos diretos sobre o padrão de financiamento do setor privado.

Durante muito tempo, o protecionismo agrícola vigorou no Brasil. A existência de preços únicos ou monitorados pelo governo contribuiu para que os produtores não se preocupassem com as condições do mercado, deixando a responsabilidade da administração dos preços a cargo do poder público. Contudo, por falta de recursos, o governo diminuiu cada vez mais a sua atuação nos mercados agrícolas, delegando ao produtor a tarefa da administração dos problemas pertinentes à produção e à comercialização nesse setor.

Os produtos agrícolas têm como característica econômica a inelasticidade, ou seja, variações de preços, tanto para cima quanto para baixo, não registrando aumento ou diminuição de demanda nas mesmas proporções. No mercado desses produtos, os produtores, ao planejarem sua produção, vêem-se diante da incerteza a respeito do preço que obterão e, conseqüentemente, da receita (variáveis que só serão conhecidas na época da colheita). Assim, o acerto ou o conhecimento antecipado do preço do produto para entrega futura poderia reduzir a incerteza, tanto para o vendedor como para o comprador.

O contrato futuro é um importante mecanismo de transferência de risco entre os agentes econômicos. O uso de um contrato futuro permite aos produtores uma proteção contra riscos associados à produção e à comercialização do produto, concomitantemente, permite aos consumidores garantir a satisfação de suas necessidades.

Segundo Aguiar (2003), os contratos futuros, comparados a outros ativos, tais como, contratos a termo, são os mais padronizados e, portanto, possuem maior liquidez. Como a padronização é fundamental para dar liquidez e confiança ao mercado, é mais fácil para o investidor encontrar outro, investidor que assuma sua responsabilidade em uma transação que envolva um contrato futuro.

O mercado futuro tem por objetivo gerenciar o risco de oscilação de preço de cada produto (Antunes, 2000). Os preços estabelecidos nesse mercado refletem, a princípio, toda a informação disponível sobre o produto transacionado, de forma que tal mercado seja economicamente mais eficiente que o mercado físico na transmissão e disseminação de informações aos agentes.

Working, apud Souza (1998), considera que as negociações com futuros, como qualquer atividade financeira, contribuem para aumentar a eficiência de uma economia de livre competição.

Através do mercado futuro, os produtores agropecuários têm a possibilidade de administrar os riscos relacionados ao preço, uma vez que, na época do plantio, podem prever a rentabilidade mínima futura à medida que são determinados, no ato da negociação do contrato, os preços futuros dos produtos a serem plantados ou comercializados.

Essa atividade, de seguro de preço, é conhecida como *hedge* e os agentes que transacionam em bolsa de futuros como *hedgers* ou especuladores.

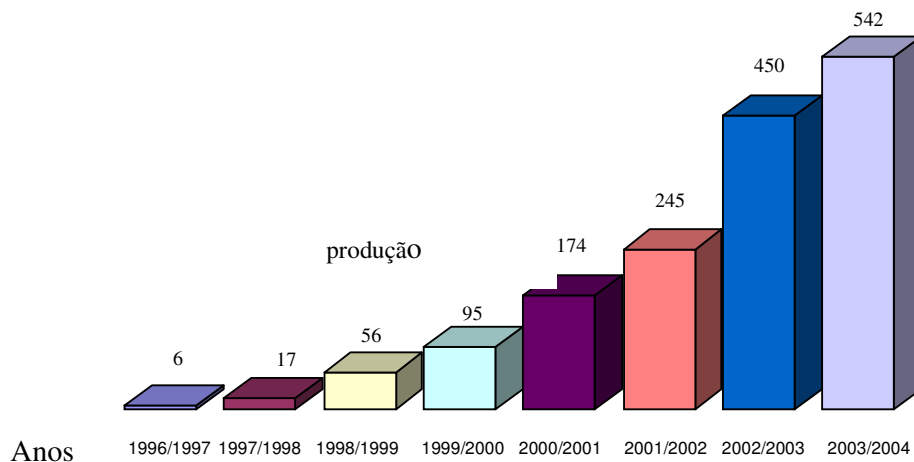
Antunes (2000) define o *hedge* como uma operação realizada no mercado de derivativos¹ objetivando a proteção quanto à possível oscilação de preço, taxa ou índice. O *hedge* reduz o risco de um agente, em relação a determinada situação que possa ocorrer, ele abre mão de possíveis ganhos futuros para não incorrer em perdas futuras. Para os agentes envolvidos com o agronegócio, a redução das incertezas sobre as oscilações de preço no mercado à vista é uma razão para procurar proteção no mercado futuro (*hedge*).

1.2. Bahia: a nova fronteira do café

A Bahia, por dispor de 32 milhões de hectares de áreas agricultáveis, dentre os 56 milhões de hectares que compõem seu território, torna-se atualmente uma das melhores alternativas de investimento agrícola, visto restarem 13 milhões de hectares disponíveis para uso imediato, uma vez que somente 4 milhões de hectares destinam-se a lavoura e 15 milhões de hectares a pastagens (IBGE, 2003).

A cafeicultura tem crescido no estado, visualizando oportunidades, alcançando fronteiras e trazendo riqueza e prosperidade para as regiões cafeicultoras. Esse crescimento, reconhecido pela Secretaria da Agricultura, Irrigação e Reforma Agrária (SEAGRI, 2003), e que está expresso adiante, na Figura 1, vem alavancando diversas oportunidades de investimento.

¹ Derivativos segundo Hull (1996, p. 13) podem ser definidos como títulos cujos valores dependem dos valores de outras variáveis mais básicas. Como exemplo de derivativos pode-se citar o contrato futuro do café, pois o preço do contrato futuro depende do preço do café.



Fonte: SEAGRI/2003.

Em levantamento realizado em junho de 2002 pelo Ministério da Agricultura, a Bahia, na safra de 2002/2003, produziu 450 mil sacas beneficiadas de 60kg de café Arábica. Isso significou um aumento de 83,6% na produção em relação à safra de 2001/02. Apresentou, também, uma elevação de 6,1%, em relação à área de produção, passando de 9560 ha, em 2001/02, para 101440 ha, em 2002/03.

Com uma população de 13.070.250 milhões de habitantes (IBGE, 2000), a Bahia apresenta um consumo interno de café da ordem de 581.939 sacas de 60kg, o que equivale a 2,6%, em termos de consumo *per capita* (Informe Estatístico do Café, 2003).

No ano de 2003, a agricultura cafeeira gerou para o estado uma receita de 225.809 mil reais, ou seja, 5,2% da receita estadual é proveniente da atividade cafeeira. Esta se distribui entre três pólos de produção: Planalto, Cerrado e Atlântico, regiões que têm como características espécies distintas, níveis tecnológicos diferenciados e produção de diferentes tipos de bebidas.

O Cerrado é a região que apresenta maior produtividade, com 12,5 mil hectares de área irrigada, uso de tecnologia avançada e produção de lavouras de 24

meses, gerando um total de 50 sacas por hectares de 60kg beneficiadas. A espécie mais cultivada é a *coffea* arábica, destinada à composição de bebidas finas e de valor comercial mais elevado.

A Robusta é própria das zonas da mata litorânea com baixa altitude e boa pluviosidade, essa espécie apresenta elevada produtividade e baixo custo de produção.

Com a diferenciação de produtos e qualidade, a cafeicultura da Bahia demonstra excelentes vantagens competitivas para a conquista de mercados mais exigentes, destacando-se na produção de cafés especiais, cada vez mais procurados em todo o mundo.

1.3 O problema e sua importância

O café é uma *commodity* de grande expressão para o agronegócio no mundo. A cadeia produtiva do café movimenta, mundialmente, cerca de 35 bilhões de dólares. Em 2002, a oferta mundial de café foi da ordem de 122,1 milhões de sacas de 60 kg. Os dois maiores produtores são o Brasil, com 25,6% da produção e 23,2% da exportação mundial, em 2002, e a Colômbia, com 11,4% da produção e 13,8% das exportações (Informe Estatístico do Café, 2003).

Para o Brasil, esse produto representa o segundo maior em volume anual de divisas na pauta de exportações (FGV, 2003). O valor agregado da produção brasileira de café é de cerca de US\$ 4 bilhões, dos quais US\$ 1,5 bilhões são gerados na indústria de torrefação.

Conforme dados apresentados por Ponciano (1995) e Minas Gerais (1995) citados por (Mesquita *et al.*, 1998), no Brasil, o café é produzido em mais de 300 mil

propriedades rurais e em 1700 municípios. Existem no país cerca de 1300 indústrias de torrefação e moagem, 40 delas de grande porte, e 450 empresas de exportação, das quais 40 são responsáveis por 90% das vendas externas.

A produção concentra-se, por ordem de participação, nos estados de Minas Gerais, Espírito Santo, São Paulo, Paraná, Rondônia e Bahia, este último, responsável por cerca de 4,5% dessa produção.

A Região Sudoeste da Bahia é o maior pólo produtor, onde o município de Vitória da Conquista é responsável por, aproximadamente 8% da produção de café no estado (IBGE - Produção Agrícola Municipal, 2003).

A Região Sudoeste, como produtora de café, está sujeita à volatilidade dos preços. Assim, a administração do risco através do contrato futuro é importante para os produtores rurais envolvidos com o mercado do café, pois a sinalização do preço antes do plantio seria uma forma de o produtor garantir a receita.

Segundo Leite e Bressan (2001), dentre outros, o problema de administração de preços tem sido objeto de interesse crescente, principalmente por parte de estudiosos e administradores de bolsa de futuros, porque a literatura indica que os riscos a que estão expostos os produtores de café, dentre eles, o preço, pode ser fonte de choques de oferta e de retração da exportação, o que traz como consequência perda de divisas para o país.

Neste contexto, encontra-se o problema deste artigo uma vez que a *commodity* café é um produto que apresenta como característica de comercialização a volatilidade de preços. A administração do risco de preço através do uso de mercados futuros, freqüentemente utilizado em outras regiões do país, implica resultados significativos, traz para o produtor segurança na comercialização em termos de mercado e receita. Dessa forma, justifica-se o estudo da eficiência do

hedging, como instrumento de controle de risco de preço para o agronegócio café da Região Sudoeste da Bahia.

A importância do estudo desse tema deve-se ao fato de a Região Sudoeste da Bahia ser uma grande produtora de café, como tal, sujeita ao problema relacionado à volatilidade dos preços. O estudo da efetividade do *hedging* e o uso de mercados futuros para a administração do risco representam valiosa contribuição para os produtores da região, interessados em garantir mercado e receita.

Para Souza (1998), a presença de contratos futuros negociados no espaço de uma região econômica é importante porque reduz o risco de base² dos *hedgers* nessa área.

1.4. Objetivos

Pretende-se, através deste trabalho, avaliar se os agentes envolvidos com o agronegócio café podem dividir o problema da volatilidade dos preços com outros agentes de mercado, utilizando contratos futuros da BM&F.

Especificamente pretende-se:

- ✓ Determinar a efetividade do *hedge* para a região Sudoeste da Bahia.
- ✓ Verificar a existência de uma relação de longo prazo entre os preços no mercado físico e os preços no mercado futuro.

² Base, segundo Hull (1996, pg. 94), é a diferença entre o preço à vista do ativo e o preço futuro do contrato utilizado.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. O risco e o retorno dos títulos

Toda atividade financeira é circundada por situações provenientes do tipo de mercado em que está inserida, e dependendo do tipo (mercado eficiente ou ineficiente), tem como consequência da negociação riscos, estes assumidos pelo investidor. Para assumir os riscos o investidor exige do mercado uma recompensa ou retorno financeiro, retorno este que é conhecido na literatura financeira como prêmio por risco³.

O mercado como instituição participante das transações financeiras assume então a responsabilidade de garantir ao investidor um prêmio que seja condizente com o tamanho do risco assumido e de acordo com a evolução do risco, para maior ou menor, a relação entre eles (prêmio e risco) será sempre recíproca. Quanto mais certo for o retorno⁴ de um ativo, menor será o seu risco.

Tomar uma decisão financeira significa incorrer em riscos e retornos, e todas as principais decisões financeiras devem ser vistas em termos de expectativas de risco e retorno e do impacto de sua combinação sobre o preço do ativo (Teixeira, 2002). O retorno de um ativo negociado no mercado financeiro é composto por dois componentes: o retorno normal ou esperado da ação e a parcela incerta (Ross, 1998). O retorno normal ou esperado é a parte prevista pelos investidores, e esta depende do grau de informação disponível no mercado. A outra parte, a incerta ou inesperada, é proveniente de informações que não estavam disponíveis para os

³ O prêmio por risco é definido segundo Ross *et al* (1998, pg. 236) como sendo a diferença entre o retorno de um investimento com risco e o retorno de um investimento sem risco.

⁴ O retorno é medido como o total de ganho ou prejuízos dos proprietários decorrentes de um investimento durante um determinado período de tempo (Levy and Sarnat, 1984).

investidores, que surgiram depois de realizada a negociação (dados sobre o PIB, queda ou alta súbita de taxa de juros).

A parte incerta do retorno é a que deve ser mais observada pelos investidores, pois resultante do desconhecido, representa o risco efetivo de qualquer investimento. O risco aqui é utilizado como a medida de variação dos resultados em torno de um valor esperado, seja para mais ou para menos, ou usando as palavras de Araújo (2000), o risco relaciona-se à probabilidade de um evento ocorrer.

No mercado financeiro, existem dois tipos de risco, o sistemático e o não-sistemático (Hull, 1996). Risco sistemático é aquele que afeta um grande número de ativos, ou seja, por ser considerado um risco de mercado, afeta as empresas de forma global. O risco não-sistemático afeta um único ativo ou um pequeno grupo de ativos, é também conhecido como risco individual, por ser específico á empresas ou a ativos individuais.

O risco pode estar relacionado a um único ativo, como também, a um conjunto de ativos (*portfólio*). O risco pode ser eliminado ou reduzido por meio da diversificação, ou seja, a distribuição de aplicações por muitos ativos objetos eliminará parte do risco. Para Goetzman (2003), a resposta para o problema de investimento não é a seleção de um ativo acima de todos os outros, mas, a construção de uma carteira de ativos, isto é, diversificação por vários títulos, e a chave para a diversificação está no grau de correlação dos títulos. Levy and Sarnat (1984) afirmam também que

a composição de portfólio de investimento consiste em uma carteira ou grupo de ativos, os quais exercem impactos no risco e retorno da carteira. Logo a administração de carteiras de forma eficiente está na maximização do retorno para um dado nível de risco ou a minimização do risco para determinado nível de retorno. A composição se mostra eficiente no momento em que a diversificação da carteira de investimentos reduz o risco total.

A diversificação da carteira serve para eliminar o risco não-sistemático, já que regula a variabilidade associada aos ativos individuais (Ross,1998). Combinando-se ativos em carteiras, os riscos não-sistemáticos, tanto positivos quanto negativos, tendem a se compensar, uma vez que tenham sido aplicados em mais do que alguns poucos ativos. O risco sistemático, porém, não pode ser eliminado pela diversificação já que representa o risco de mercado ou a parcela inesperada das transações financeiras.

O princípio do risco sistemático diz que a recompensa por assumir risco depende, apenas, do risco sistemático de um investimento, ou seja, independente do risco total associado ao ativo, somente a parcela sistemática é relevante para determinar o retorno esperado e o prêmio por risco desse ativo.

2.2. O *hedge*

Os futuros de mercadorias são utilizados por produtores e usuários de mercadorias para operações de *hedge*. Para Araújo (2000), o *hedge* é definido como uma operação realizada no mercado de derivativos com o objetivo de proteção quanto à possibilidade de oscilação de um preço, taxa ou índice.

Para os agentes envolvidos com o agronegócio, a redução das incertezas sobre as oscilações de preço no mercado à vista é uma razão para procurar proteção no mercado futuro (*hedge*).

Na administração do risco de preço (*hedging*), o *hedger* toma uma posição em futuros, oposta à posição assumida no mercado físico, a fim de fixar e monitorar o preço. Working (1953 a), apud Fileni, identifica três diferentes motivos para a realização do *hedging*: (1) facilidade nas decisões de compra e venda; (2)

fornecimento de uma grande liberdade de ação empresarial; (3) redução do risco do negócio.

Existem dois tipos de *hedger*, o *hedger* de compra e o *hedger* de venda. *Hedger* de venda é feito quando o *hedge* possui o ativo objeto e espera vendê-lo no futuro; o *hedger* de compra, ao contrário, ocorre quando o usuário teve de adquirir determinado ativo objeto no futuro e deseja travar um preço hoje. O momento ideal para a troca da posição, ou seja, deixar de ser comprado para assumir a posição vendido, será determinado pelo movimento do mercado, e o sucesso da operação (*hedging*) concentra-se, exatamente, na descoberta desse momento.

Os *hedgers* e os especuladores possuem características similares, visto que o *hedger* especula, especificamente, nas relações entre preços nos mercados físicos e futuros, ao passo que o especulador especula nas alterações de níveis de preço num mesmo mercado. O especulador é um agente que não faz *hedge*, apenas transaciona em futuros de *commodities* com o objetivo de lucrar através da antecipação bem-sucedida do movimento de preços. Os especuladores são atraídos aos mercados pelos investidores ou *hedgers* que não desejam carregar custos e preferem transferir os riscos, criando, para isso, condições mais atraentes de preços.

Segundo Souza (1998), *hedgers* e especuladores são atraídos ao mercado devido as suas demandas por instrumentos financeiros fungíveis e líquidos que os auxiliam na administração do risco do *portfólio*.

2.3. Os Mercados Futuros Como Administração de Risco

Como instrumento de minimização de risco de preço inerente à atividade agrícola, os mercados futuros são instituições nos quais os agentes transacionam mercadorias ou contratos de entrega por contratos monetários.

Para Hull (1996), os mercados futuros foram criados para atender às necessidades dos *hedgers*, ou seja, proteção contra a volatilidade dos preços, uma vez que os agentes envolvidos com a comercialização necessitam fixar um preço para a produção e proteger o preço de compra dos produtos. Telser, *apud* Souza (1998), coloca que a demanda por seguro de preço, isoladamente, não explica a existência de mercados futuros organizados, visto que os contratos a termo também fornecem seguro de preço, maior poder explicativo teria a demanda pelo instrumento financeiro fungível (substituto perfeito) negociado em mercados líquidos, um contrato futuro. Assim, o papel do *hedge* com contratos futuros é a garantia dos preços a serem pagos ou recebidos pelos contratos.

Os contratos futuros não precisam ser negociados pela entrega física da mercadoria, o que se faz é uma reversão de posição, zerando-a antes do período de entrega estabelecido no contrato. O encerramento da posição envolve a realização de um contrato oposto ao que foi acordado no início da negociação (Hull, 1996). O vencimento de um contrato futuro é fixo, o que faz com que contratos negociados em datas diferentes vença, todos numa mesma data. Esta característica possibilita maior liquidez e garante, aos participantes, a possibilidade de liquidação financeira das posições mediante a realização da operação inversa a sua posição inicial.

Algumas funções são apontadas por Leuthold (1989), Junkus (1989) e Cordier (1989) na administração do risco: (a) auxilia os produtores na descoberta dos preços futuros ; (b) é uma fonte de informação na tomada de decisão de produção. Por outro lado, Marques e Aguiar (2002) afirmam que a função básica do mercado futuro

é permitir que todos os interessados em uma dada mercadoria possam fixar um preço de compra ou venda em uma data futura, reduzindo assim o risco de perdas decorrentes das variações desfavoráveis de preço. Logo, a função do mercado futuro é possibilitar um *hedge* ou proteção contra variações adversas de preços que possam ocorrer no futuro aos agentes que negociam determinada *commodity*.

3. METODOLOGIA

A abordagem metodológica deste trabalho baseia-se no estudo de séries temporais, segundo Bressan (2004), uma das possíveis alternativas para reduzir a incerteza no processo de tomada de decisões econômicas é a utilização de modelos de previsão dessas séries . A análise para verificar a efetividade do hedge será através do estudo do modelo de carteira de Markowitz (1952).

3.1 Modelo Analítico

Modelo Matemático

$$P_{st,T} = f(P_{ft,T}) \quad (1)$$

Onde:

$P_{st,T}$ = é o preço no mercado físico (Spot) no período T;

$P_{ft,T}$ = é o preço no mercado futuro no período T;

Quando se trabalha com dados provenientes de séries temporais, em que as observações seguem uma ordenação natural com o correr do tempo, existe sempre a possibilidade de que erros sucessivos estejam correlacionados uns com os outros. Na eq. (1), a análise de regressão entre o preço à vista e o futuro pode estar sujeito a problemas de correlação serial dos resíduos, o que resulta na perda de eficiência dos estimadores de mínimos quadrados (Hill, 1996). De acordo com Gujarati (2000), a presença de auto-correlação pode ser testada pela estatística Durbin-Watson.

3.1. Cálculo da Efetividade do *Hedge*

Conforme Aguiar (2004), a pesquisa considera que o *hedger* é um investidor avesso ao risco e que tem como objetivo a maximização da sua riqueza, trabalhando assim, com um *portfolio* (carteira) composto por dois ativos: uma posição no mercado físico e uma posição no mercado futuro. Considerando um *hedge* de venda entre o período de estabelecimento (1) e de encerramento (2), mostrando que a receita de um *hedge* pode ser dada por:

$$R_h = V(p'_2 - p_1) + F(f_1 - f'_2)$$

ou

$$R_h = V(p'_2 - p_1) - F(f'_2 - f_1) \tag{2}$$

em que

R_h = receita bruta num portfólio com posições nos mercados futuros e à vista;

V = tamanho da posição no mercado à vista;

$p'_2 - p_1$ = diferença entre os preços no mercado à vista entre os períodos 2 e 1;

F = tamanho da posição no mercado futuro; e

$f'_2 - f_1$ = diferença entre os preços no mercado futuro entre os períodos 2 e 1.

Dividindo a expressão em (2) por V , obtém-se a receita por unidade de produto:

$$R_h/V = (p_2' - p_1) - h(f_2' - f_1) \quad (3)$$

Sendo h a razão de hedge (F/V), que mostra o tamanho da posição no mercado futuro em relação à posição no mercado à vista.

Aplicando a propriedade da variância de uma soma à equação (3), obtém-se a variância da receita por unidade do produto:

$$\sigma_h^2 = \sigma_p^2 - 2h\sigma_{pf} + h^2\sigma_f^2 \quad (4)$$

em que

σ_h^2 = variância da receita por unidade do produto;

σ_p^2 = variância da mudança do preço no mercado físico;

σ_{pf} = covariância entre as mudanças do preço no mercado físico e do preço futuro;

e

σ_f^2 = variância da mudança do preço futuro.

Utilizando a condição de primeira ordem para minimização da variância da receita, chega-se à razão ótima do *hedge* (h^*), derivando-se a variância da receita com respeito a h e igualando-se o resultado a zero, tem-se:

$$\begin{aligned} \frac{\partial \sigma_h^2}{\partial h} &= -2\sigma_{pf} + 2h\sigma_f^2 = 0 \\ \sigma_{pf} &= h^* \sigma_f^2 \\ h^* &= \frac{\sigma_{pf}}{\sigma_f^2} \end{aligned} \quad (5)$$

Desta forma, a razão ótima do *hedge*, h^* , ou seja, a razão de *hedge* que permite minimizar a variância da receita do *hedge*, depende diretamente da covariância entre as mudanças nos preços futuro e à vista e, inversamente, da variância do preço futuro.

Segundo Elias (2003), a forma padrão do coeficiente de inclinação da equação de regressão pelo método dos mínimos quadrados ordinários é igual à razão de *hedge*. Assim, o resultado do modelo matemático (1) é dado por:

Função de regressão

$$P_{st,T} = \alpha + \beta P_{ft,T} + \varepsilon \quad (6)$$

Onde:

α = Intercepto;

β = Coeficiente de inclinação;

ε - Componente do erro.

Usando a equação (5), é possível 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*. Matematicamente, a efetividade do *hedge* pode ser representada como:

$$e = \frac{Var(p) - Var(h^*)}{Var(p)} = 1 - \frac{Var(h^*)}{Var(p)} \quad (7)$$

Sendo $Var(h^*)$ a variância da receita num *portfólio* com *hedge* à razão ótima e $Var(p)$ a variância da receita num *portfólio* sem *hedge*.

De acordo com a equação (7), nota-se que se o *hedge* eliminasse totalmente o risco [$Var(h^*) = 0$], a efetividade seria igual a 1. Por outro lado, caso as variâncias da receita com e sem *hedge* fossem iguais, a efetividade seria igual a zero. Dessa forma, a efetividade do *hedge* varia de zero a um, ou de zero a cem, caso se prefira expressá-la percentualmente.

Como $Var(p)$ depende unicamente do comportamento dos preços à vista, a variância da receita em um *portfólio* sem *hedge* é a própria variância da mudança do preço no mercado físico. Por sua vez, $Var(h^*)$ pode ser obtida substituindo-se (5) em (4):

$$Var(h^*) = \sigma_p^2 - 2\left(\frac{\sigma_{pf}}{\sigma_f}\right) \cdot \sigma_{pf} + \left(\frac{\sigma_{pf}}{\sigma_f}\right)^2 \cdot \sigma_f^2$$

Simplificando, tem-se:

$$Var(h^*) = \sigma_p^2 - \left(\frac{\sigma_{pf}}{\sigma_f}\right)^2$$

Para se chegar a uma fórmula envolvendo correlação, multiplica-se e divide-se o último elemento da equação acima por σ_p^2 :

$$\text{Var}(h^*) = \sigma_p^2 - \left(\frac{\sigma_{pf}}{\sigma_f}\right)^2 \cdot \frac{\sigma_p^2}{\sigma_p^2} = \sigma_p^2 - \left(\frac{\sigma_{pf}}{\sigma_f \sigma_p}\right)^2 \cdot \sigma_p^2 = \sigma_p^2(1 - \rho^2) \quad (8)$$

Assim, substituindo σ_p^2 e (8) em (7), tem-se

$$e = 1 - \frac{\sigma_p^2(1 - \rho^2)}{\sigma_p^2} = \rho^2 \quad (9)$$

Desse modo, a equação (9) mostra que a efetividade do *hedge*, quando utiliza razão ótima de *hedge*, é o quadrado da correlação linear entre as mudanças dos preços à vista e futuro. Como o quadrado da correlação linear entre as mudanças dos preços à vista e futuro varia de zero a um, a efetividade de *hedge*, quando se utiliza a razão de *hedge* ótima, também varia de zero a um. A efetividade será máxima quando as mudanças dos preços à vista e futuro forem perfeitamente correlacionadas, diminuindo à medida que a correlação entre as mudanças de preços à vista e futuro diminui.

Segundo Aguiar (2003), conclui-se que quanto maior a correspondência entre o produto comercializado no mercado à vista e o produto especificado nos contratos futuros, maior será a correlação entre as mudanças nos preços à vista e futuro, e, conseqüentemente, maior tenderá a ser a efetividade de *hedge*, quando se utiliza a razão de *hedge* ótima.

3.2. Mensuração da ordem de integração – Teste de Raiz Unitária

A utilização de modelos de regressão envolvendo séries temporais não estacionárias pode levar a regressões espúrias, ou seja, um alto valor do R^2 , mas sem uma relação significativa entre as variáveis. Gujarati (2000) afirma que o alto valor do R^2 resulta da tendência existente na série e não do verdadeiro relacionamento entre elas.

Margarido e Anefalos (2001) acrescentam que, ao utilizar duas variáveis numa regressão ao longo do tempo, suas respectivas médias e variâncias não são constantes durante esse período violando os princípios estabelecidos pela estatística tradicional, e conseqüentemente, produzindo relacionamentos espúrios, o que leva à necessidade de se verificar a presença de raiz unitária.

3.3. Pressupostos estatísticos

Dada uma variável y_t aleatória, o modelo que gera a variável de uma série temporal y_t é chamado *processo estocástico* ou *aleatório*. Hill (2003) afirma que um processo estocástico (série temporal) y_t é estacionário se: 1. sua média e sua variância são constantes ao longo do tempo; 2. a covariância entre dois valores da série depende, apenas, da distância no tempo que separa os dois valores e não dos tempos reais em que as variáveis são observadas. Logo, conclui-se que uma série temporal y_t é dita estacionária se, para todos os valores de t , for verificado que:

$$E(y_t) = \mu \quad (\text{média constante}) \quad (10)$$

$$\text{Var}(y_t) = \sigma^2 \quad (\text{variância constante}) \quad (11)$$

$$\text{Cov}(y_t, y_{t+s}) = \text{cov}(y_t, y_{t+s}) \quad (\text{covariância depende de } s, \text{ não, de } t) \quad (12)$$

3.4 Teste de Raiz Unitária

Para se testar a estacionariedade de uma série pelo teste de Raiz Unitária, é necessário o uso de uma função y_t do tipo:

$$Y_t = \rho Y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (13)$$

Supõe-se que ε_t seja uma perturbação aleatória com média zero e variância constante σ_v^2 . Se neste modelo $\rho = 1$, então y_t é o passeio aleatório⁵ não estacionário, $y_t = y_{t-1} + \varepsilon_t$ e afirma-se que tem uma raiz unitária, pois o coeficiente $\rho = 1$. Calculando a variância é possível demonstrar a não estacionariedade da série. Supondo que $y_0 = 0$, então para $t = 1$ teremos:

$$y_1 = \varepsilon_1$$

$$y_2 = y_1 + \varepsilon_2 = \varepsilon_1 + \varepsilon_2$$

$$Y_t = \sum_{j=1}^t \varepsilon_j \quad (14)$$

Assim, como a variância de y_t muda com o tempo, é uma série não estacionária.

$$\text{Var} (Y_t) = t \sigma_v^2 \quad (15)$$

Em Hill (2003), se $|\rho| < 1$, então, a função y_t é estacionária. Dessa forma, torna-se possível testar a não estacionariedade, testando a hipótese nula que $\rho = 1$,

⁵ Passeio aleatório, segundo Hill (2003, p.389), são séries cujos pontos passeiam vagarosamente para cima e para baixo, mas sem padrão real.

contra a possibilidade em que $|\rho| < 1$, ou seja, $\rho < 1$. Fazendo uma modificação matemática na função, ou seja, subtraindo y_{t-1} de ambos os lados em (13) para que o cálculo se torne conveniente, teremos:

$$\begin{aligned} Y_t - Y_{t-1} &= \rho Y_{t-1} - Y_{t-1} + \varepsilon_t \\ \Delta Y_t &= (\rho - 1)Y_{t-1} + \varepsilon_t \\ &= \gamma Y_{t-1} + \varepsilon_t \end{aligned} \quad (16)$$

onde $\gamma = \rho - 1$ e $\Delta y_t = y_t - y_{t-1}$, Δ é o operador de diferença e y é a variável dependente. Fazendo-se então os testes das hipóteses:

$$\begin{aligned} H_0 : \rho = 1 &\leftrightarrow H_0 : \gamma = 0 \\ H_1 : \rho < 1 &\leftrightarrow H_1 : \gamma < 0 \end{aligned} \quad (17)$$

Para testar as hipóteses (17), estima-se (16), por mínimos quadrados e examina-se a estatística t para a hipótese que $\gamma = 0$. Dickey e Fuller (1979 e 1981) denominaram estas estatísticas de τ (tau).

Os testes de Dickey-Fuller, além de testar se uma série é um passeio aleatório, apresentam, também, valores críticos para a presença de uma raiz unitária em presença de uma constante:

$$\Delta Y_t = \alpha_0 + \gamma Y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (18)$$

Para controlar a possibilidade de o termo do erro ser na equação (18) autocorrelacionado, acrescentam-se termos adicionais, modificando o modelo:

$$\Delta Y_t = \alpha_0 + \beta_t + \gamma Y_{t-1} + \sum_{i=1}^m \delta_i \Delta Y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (19)$$

$$\text{onde } \gamma = \sum_i^m \rho_i - 1 \quad \text{e} \quad \delta_i = \sum_{j=i+1}^m \rho_j$$

m é a ordem do modelo auto-regressivo que descreve o comportamento da série temporal. As hipóteses testadas em ambos os modelos correspondem a uma hipótese nula em que a série não é estacionária - $H_0 : y_t$ não é $I(0)$ – contra a hipótese em que a série não é integrada, tratando-se de uma série estacionária – $H_1 : y_t$ é $I(0)$. O número de defasagens (m) deve ser considerado para que os resíduos resultantes sejam não correlacionados.

3.4.2. Co-integração

Segundo Margarido e Anefalos (2001), se uma variável, individualmente, apresenta raiz unitária, pode acontecer que a sua combinação linear com outra variável seja estacionária e, nesse caso, as séries são conhecidas como co-integradas.

Para Bacchi (1995), o conceito de co-integração é que variáveis não estacionárias podem ter caminho temporal ligados de forma que, a longo prazo apresentem relação de equilíbrio. Os testes de co-integração mais utilizados são o de Engle-Granger (1991) e Johansen e Juselius (1990). O teste de Johansen é mais completo do que o de Engle-Granger, pois, além de identificar se as variáveis são co-integradas, determina o número de vetores de co-integração. Portanto, comparativamente, o teste de Johansen produz melhores resultados do que o Engle-Granger. Neste trabalho a análise da co-integração das variáveis é feita pelo teste de Johansen.

Aplica-se o teste de co-integração para identificar se duas ou mais variáveis integradas de mesma ordem possuem uma relação de equilíbrio a longo prazo, ou seja, se as duas variáveis são integradas de primeira ordem, então, a sua combinação linear também será.

Conforme Bacchi (1995), supondo que duas variáveis x_t e y_t tenham uma relação de equilíbrio a longo prazo dado por $x_t - cy_t = 0$ com $c \neq 0$. Em algum período particular, essa situação pode não se verificar e ocorrer $x_t - cy_t = z_t$, onde z_t é uma variável estocástica representando o desvio do equilíbrio. Se existir relação estável no longo prazo, é admissível assumir que as variáveis x_t e y_t movem-se juntas e que z_t é estacionária, afirmando assim que, se isso acontece as variáveis são co-integradas [ver Engle e Granger(1991)].

Apesar das vantagens do método de Engle-Granger, quando se utilizam mais de duas variáveis no modelo ou um modelo multivariado, existe a possibilidade de ocorrer múltiplos vetores de co-integração, e o resultado produzido através desse procedimento seria uma combinação linear dos diferentes vetores de co-integração.

Johansen & Juselius (1990), procurando solucionar o problema da provável existência de vários vetores de co-integração, propuseram um procedimento a partir do uso do método de máxima verossimilhança.

O procedimento de Johansen, para testar co-integração, descrito por Bacchi (1995), baseia-se numa versão reparametrizada de um modelo VAR(p)

$$\Delta x_t = \Gamma_1 \Delta x_{t-1} + \dots + \Gamma_{p-1} \Delta x_{t-p+1} + \Pi x_{t-1} + \mu + \varphi d_t + \varepsilon_t \quad (20)$$

onde $\Gamma_i = -(\Pi_{i+1} + \dots + \Pi_p)$ para $i = 1, 2, \dots, p-1$ e $\Pi = -I - (\Pi_1 + \dots + \Pi_p)$

A matriz $\Pi_{n \times n}$ contém as informações de longo prazo correspondente a $\Pi = \alpha \beta'$, em que α representa o ajustamento do desequilíbrio, enquanto β constitui uma

matriz dos coeficientes de longo prazo. Esse método testa se os coeficientes da matriz Π contêm as informações de longo prazo sobre as variáveis envolvidas. Pode se proceder de três maneiras, considerando o *rank* ou posto (r) da matriz apresentada. Primeiro, se a matriz for de posto completo ou $\Pi = n$, ou se existem n colunas linearmente independentes, as variáveis em x_t serão I (0) ou estacionárias. Segundo, se o posto da matriz for igual a zero ou posto (Π) = 0, não existe nenhum vetor de co-integração. Terceiro, se o posto (Π) = $r \leq n - 1$ existem $n - 1$ vetores de co-integração. O posto de Π indica o número de relações que co-integram.

Esse número pode ser obtido utilizando dois testes de razão de verossimilhança, o teste Traço e o Máximo valor. Estes testes são dados respectivamente, por:

$$\lambda_{trace} = -T \sum_{i=r+1}^p \ln(1 - \hat{\lambda}_i) \quad p = 1, 2, 3, \dots, n - 1 \quad (21)$$

e

$$\lambda_{max} = -T \ln(1 - \hat{\lambda}_{r+1}) \quad p = 1, 2, 3, \dots, n - 1 \quad (22)$$

A hipótese nula do primeiro teste é que o número de vetores de co-integração é $r \leq p$, e a hipótese alternativa é que $r = n$. Já o segundo teste verifica a significância do maior autovalor, confrontando a hipótese nula que r vetores de co-integração são significativos contra a hipótese alternativa que o número de vetores significativos seja $r + 1$, ou seja, $r = 0$ contra $r - 1$; $r = 1$ contra $r = 2$ e assim sucessivamente.

3.5. Dados

Para o presente trabalho, foram utilizadas observações de preços mensais no mercado físico (disponíveis), tendo como referência a região de Vitória da Conquista, com cotações de café Arábica, fornecidas pela Secretaria da Agricultura, Irrigação e Reforma Agrária (SEAGRI), no período compreendido entre janeiro de 1995 e dezembro de 2002. No caso dos contratos futuros, foram utilizadas as cotações diárias de fechamento (ajuste) para cada mês de vencimento, posteriormente transformadas em dados mensais. Os dados foram fornecidos pela Bolsa de Mercadorias & Futuro (BM&F), cotados em dólares americanos, transformados em Real utilizando-se o índice INPC.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Inicialmente, neste capítulo, tem-se uma representação gráfica do comportamento das séries logaritmizadas em nível, Figura 1, tanto do mercado físico como do mercado futuro. Em seguida, procura-se analisar o comportamento dos preços, por meio da análise de co-integração, calculando-se a razão ótima de hedge e a sua efetividade, provenientes de regressões definidas no modelo analítico.

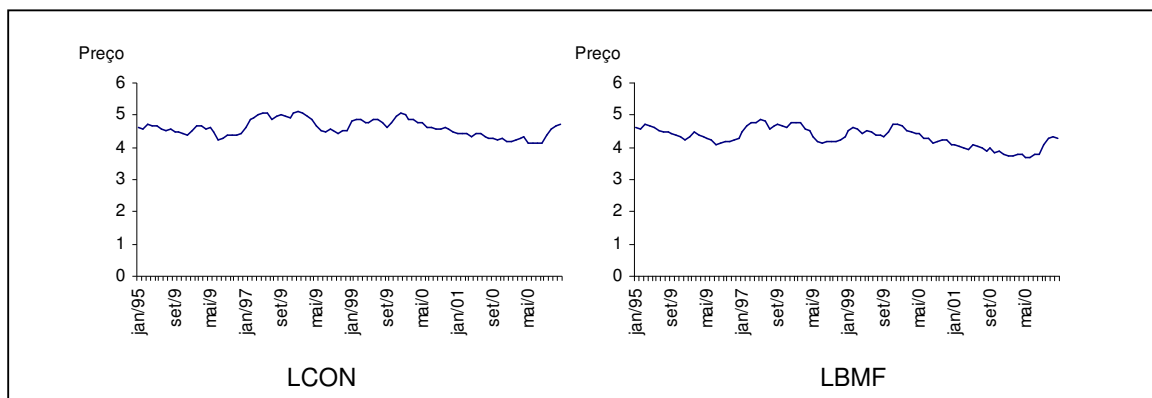


Figura 1 – Séries do logaritmo de COM e BMF, jan/95 a dez/02.

Fonte: SEAGRI / 2003; BM&F / 2003

Antes de aplicar a análise de co-integração das séries, testa-se a existência de raiz unitária em todas as séries de preços, ou seja, se as séries são $I(1)$. Foram aplicados os testes de Akaike e Schwarz para indicar a ordem de defasagem de cada série, juntamente com os testes de significância dos parâmetros para definir a melhor especificação, no que se refere ao número de defasagens. Quando os resultados dos testes de Akaike e Schwarz divergiram, foi utilizado o critério da parcimônia, optando-se pelo SC, com base em BACCHI (1995), adotando-se o menor valor indicado. Os resultados da determinação do número de defasagens estão apresentados nesta Tabela 1.

Tabela 1-Determinação do número de defasagens, segundo o Critério de Informação de Schwarz (BIC), para executar o teste de raiz unitária do tipo ADF para as variáveis LBMF e LCON, janeiro de 1995 a dezembro de 2002.

Variável	Valor mínimo do Critério de Informação BIC	Defasagem (ns) efetivamente utilizada (s) no modelo ARMA
LBMF ¹	BIC (1,1) = - 4.67521	Uma defasagem
∇ LBMF ²	BIC (0,1) = - 4.67538	Oito defasagens ³
LCON ¹	BIC (1,1) = - 4.72072	Uma defasagem
∇ LCON ²	BIC (0,1) = - 4.69678	Oito defasagens ³

¹ Variável em nível

² Variável diferenciada

³ Método data dependent iniciado com doze defasagens, conforme apresentado em Perron (1994)

Fonte: Resultados da pesquisa

Em seguida, foram utilizados os testes descritos anteriormente na metodologia para detectar a presença de raiz unitária nas séries. Os resultados dos testes de raiz unitária estão apresentados na Tabela 2.

Com base nesses testes, verificou-se que as variáveis são estacionárias em nível. Os testes para detectar a presença de raiz unitária podem ser influenciados por variáveis, como: inclusão de tendência na série, número de defasagens, presença de quebra estrutural, número de observações, entre outros, levando a resultados não significativos. De forma que, observada uma relação conflituosa entre

o resultado desses testes e os correlogramas, foram considerados os resultados dos correlogramas que mostravam que os valores da autocorrelação caíam lentamente, indicativo de presença de raiz unitária.

Tabela 2 - Teste de Raiz Unitária Dickey-Fuller Aumentado (ADF) para as variáveis LBMF e LCON, janeiro de 1995 a dezembro de 2002.

Variável	τ_r	ϕ_1	τ_μ	ϕ_3	τ	Ordem de Integração
LBMF	- 2.67**	2.49	- 2.21	3.61	- 0.43*	I (1)
∇ LBMF	- 3.71	7.03	-3.73	6.89	-3.74	I (0)
LCON	- 2.70**	3.37	- 2.59	3.67	- 0.01*	I (1)
∇ LCON	- 3.33	5.79	- 3.38	5.65	- 3.42	I (0)

* estacionária em nível

** significativo a 10%

Fonte: Dados da pesquisa

Para testar a co-integração, utilizou-se o teste de Johansen. Com base em Margarido (2004), apesar de o teste de Johansen ser mais complexo, no que se refere aos aspectos teóricos e à análise dos resultados, ele apresenta vantagens em relação aos testes de Engle e Granger. O teste de Engle e Granger verifica somente se as variáveis são co-integradas ou não, já o teste de Johansen, além de identificar se as variáveis são co-integradas ou não, diz quantos vetores de co-integração existem entre as variáveis.

Para identificar o número de defasagens a serem utilizadas no teste de co-integração de Johansen, utilizou-se o SAS[®], pois, automaticamente, ele especifica a ordem do modelo VAR. A ordem do modelo VAR encontrado para as variáveis em estudo é igual a dois, e o método de estimação utilizado foi o de mínimos quadrados ordinários. Foram calculados, a partir daí, os testes de co-integração das séries de

preços cotados na região de Vitória da Conquista, em relação aos preços praticados na bolsa BM&F. Os resultados são apresentados na Tabela 3, logo adiante.

O teste de co-integração de Johansen mostra que a hipótese nula em que não há nenhum vetor de co-integração contra a hipótese alternativa de que há pelo menos um vetor de co-integração, não pode ser rejeitada ao nível de significância de 5,0%, pois o valor calculado para a estatística λ_{trace} (7,67) é inferior ao respectivo valor crítico (12,21). O mesmo ocorre ao se testar a hipótese nula de que há de um vetor de co-integração contra a hipótese alternativa de que há pelo menos dois vetores de co-integração. Portanto, as séries LBMF e LCON não são co-integradas, isto é, não há relação de equilíbrio de longo prazo entre elas.

Pode-se inferir, portanto, que os mercados não concorrem entre si e que não há equilíbrio de longo prazo. Esse fato pode estar indicando que a *commodity* café, devido às variações climáticas, às especificidades de comercialização, consumo, câmbio e especulação entre regiões, apresenta características de mercado heterogêneas.

Tabela 3-Resultados do teste de co-integração de Johansen para a estatística $\lambda_{traço}$, variáveis LBMF e LCON, janeiro de 1995 a dezembro de 2002.

H_0:	H_1:	Eigenvalue	$\lambda_{traço}$	Valor crítico*	Intercepto no modelo de correção de erro	Intercepto no processo
Rank = r	Rank > r					
0	0	0.0764	7.67*	12.21	Sem intercepto	Constante
1	1	0.0022	0.20	4.14		

* Nível de significância de 5,0%

Fonte: Dados da pesquisa

4.1. A efetividade e a razão ótima do *hedge*

Depois de realizada a análise de co-integração, parte-se para as análises de regressão, definidas na metodologia. Pode-se obter uma razão ótima de *hedge*,

indicativa da proporção que deverá ser “hedgeada” no mercado futuro, a fim de minimizar o risco de preço e o cálculo da efetividade do *hedge*, que é a proporção da variância da receita com possibilidade de ser eliminada por meio da adoção de um *portfólio* com a razão ótima de *hedge*.

A efetividade do *hedge* e a razão ótima de *hedge* estão apresentadas a seguir, na Tabela 4. Verifica-se que o valor da efetividade do *hedge* para a região de Vitória da Conquista é bastante significativo, com 91,42%, representando assim uma boa redução do risco de preço para o *hedge* de dois meses antes do vencimento do contrato. A região de Vitória da Conquista apresentou um excelente resultado de razão ótima de *hedge*, chegando a 108%, ou seja, a região deveria comercializar a produção física total da localidade e um gradiente (de 8%) no mercado futuro.

Tabela 4 - Efetividade e razão ótima de *hedge*, para a região de Vitória da Conquista, no mercado futuro da BM&F.

Região	Efetividade do <i>hedge</i>	Razão ótima de <i>hedge</i>
Vitória da Conquista	0,914	1,084

Fonte: Dados da pesquisa

5. CONCLUSÕES

A extinção da política de preços mínimos e a redução do tamanho do Estado na economia brasileira têm feito com que os produtores rurais busquem novos mecanismos de financiamento da produção, bem como, formas alternativas de redução dos riscos de preços. Assim, verifica-se que os agentes que atuam no setor agrícola tendem a aumentar sua participação em mercados futuros de *commodities*, como forma de administração do risco de preço.

O presente trabalho pretende ser um instrumental para os agentes que operam com o mercado de café na região de Vitória da Conquista, sinalizando a eficiência da BM&F na real minimização de risco de preço.

Foram aqui analisados os mercados futuros de café na região de Vitória da Conquista, usando a Bolsa de Mercadoria e Futuros (BM&F), com o objetivo principal de indicar, para os agentes, qual a melhor forma de orientar suas estratégias operacionais ao utilizarem o mercado futuro de café no Brasil.

Para examinar o objetivo do trabalho, inicialmente foram feitos testes de co-integração para detectar semelhanças entre os preços praticados pela BM&F e os preços da praça de Vitória da Conquista, com cálculos da efetividade do *hedge* e da razão ótima dess *hedge*. Visou-se assim determinar a quantidade que deveria ser “*hedgeada*” no mercado futuro para minimizar o risco e quanto da proporção da variância da receita poderia ser eliminada por meio da adoção da razão ótima do *hedge*.

O teste de co-integração indicou que os preços da região de Vitória da Conquista não possuem relação de equilíbrio de longo prazo, com os preços futuros da BM&F, ou seja, o comportamento dos preços à vista e futuros não estão intimamente relacionados.

Os valores significativos encontrados para a eficiência do *hedge* e a razão ótima de *hedge* indicam que o mercado futuro é extremamente importante para o mercado físico, demonstrando que os agentes que possuem mais informações de mercado podem melhor se proteger contra as variações de preços.

O que se pode concluir deste trabalho é que, apesar das especificidades do café, a utilização das operações de *hedge* referente a esse produto pode ser de grande eficiência para os agentes envolvidos com o agronegócio café.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, D. R. D; LIMA, J. E. & SILVA, A. R. **O Hedge com Contratos Futuros no Complexo Soja Brasileiro: BM&F vs. CBOT.** Revista de Economia e Sociologia Rural, Brasília, 41 (2): 279-300, Abr./Jun. 2003.

AGUIAR, D. R. D, MARTINS, A. G. Efetividade do Hedge de Soja em Grão Brasileira com Contratos Futuros de Diferentes Vencimentos na Chicago Board of Trade. **Revista de Economia e Agronegócio**, Viçosa, set. 2004.(Artigo não publicado)

ANTUNES, Luciano Médici, RIES, Leandro Reneu. **Comercialização Agropecuária: mercado futuro e de opções.** Guaíba: Agropecuária, 2000.

ARAÚJO, Lauro de S. N. **Derivativos – Definições, emprego e risco.** 2ª ed. São Paulo: Atlas, 2000.

AZEVEDO, Adriano Freitas; ELIAS, Renato; JUNIOR, Luiz G. de Castro;. **Efetividade e razão ótima de hedge na cafeicultura em diversas localidades de Minas Gerais e São Paulo.** 36º Congresso Brasileiro de Economia e Sociologia Rural, Juiz de Fora, Minas Gerais, Julho, 2003.

DICKEY, David A.; FULLER, Wayne A. Likelihood ratio statistics for autoregressive time series with a unit root. **Econometrica**, v. 49, n.4, p.1057-1072, jul., 1981.

DICKEY, David A.; FULLER, Wayne A. Distribution of the estimators for autoregressive time series with unit root. **Journal of The American Statistical Association**, v. 74, n.366, p.427-431, Jun. 1979.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br.htm>>. Acesso em 15 de mar. 2003.

IBGE – Produção Agrícola Municipal. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>
Acesso em 15 de mar. 2003

BACCHI, M.R.P. Integração, co-integração e modelo de correção de erro: uma introdução. Viçosa, MG: UFV, 1995. (Mimeo).

BM&F-Bolsa de Mercadoria e Futuros. Disponível em:<<http://www.bmf.com.br>>
Acesso em 15 de abril 2004.

BRESSAN, Aureliano A. Tomada de decisão em futuros agropecuários com modelos de previsão de séries temporais. **RAE-eletrônica**, v. 3, n.1, jan-jun/2004.

BRESSAN, Aureliano Angel, LEITE, Carlos Antonio Moreira. **Eficiência do Mercado Futuro de Café no Brasil**. Minas Gerais, Programa Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento do Café. UFV,2001.

ENGLE, Robert F.; GRANGER, C.W.J. **Long-run economic relationship**: readings in cointegration. New York: Oxford University Press, 1991. 301p. (Advanced texts in econometrics).

FILENI, D. H. **O risco de base, a efetividade do hedging e um modelo para a estimativa da base: uma contribuição ao agronegócio do café em Minas Gerais**. Lavras: UFLA, 1999. Dissertação de Mestrado, 137 p.

FGV- Fundação Getúlio Vargas. Disponível em:< <http://www.fgv.br> > Acesso: 20 de abril 2004.

GOETZMANN, William N. Uma Introdução à Teoria do Investimento. 2003. Disponível em: <[file:///A:/MPPM540Capítulo 3. htm](file:///A:/MPPM540Capítulo%203.htm)>.

GUJARATI, Damodar N. **Econometria Básica**. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2000.

HILL, R. Carter; GRIFFITHS, William E; JUDGE, George G. **Econometria** 2ª ed. São Paulo: Saraiva, 2003.

HULL, Jonh. **Introdução aos mercados futuros e de opções**. 2ª ed. São Paulo: BM&F - Bolsa de Mercadorias e Futuros, Cultura Editores Associados, 1996.

MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Informe Estatístico do Café**. Janeiro, 2003.

JOHANSEN, Soren; JUSELIUS, Katarina. Maximum likelihood estimation and inference on cointegration with applications to the demand for money. **Oxford Bulletin of Economics and Statistics**, v. 52, n. 2, p. 169-210, 1990.

LEUTHOLD, Raymond, JUNKUS, Joan C., CORDIER, Jean E. **The Theory and Practice of Futures Markets**. Lexington Books, 1989, 408p.

LEVY, Haim, SARNAT, Marshall. **Portfolio and Investment Selection: Theory and Practice**. Prentice Hall International, Inc. 1984.

MACKINNON, James G. Critical values for cointegration tests. In: ENGLE, R. F. ; GRANGER, W. J. **Long-run economic relationships: readings in cointegration**. New York: Oxford University Press, 1991. p.267-276.

MARKOWITZ, H. Portfolio selection. **The Journal of Finance**, New York, v. 7, n. 1, p. 77-91, June, 1952.

MARGARIDO, Mario A. ANEFALOS, Lílian C. Testes de co-integração utilizando o SAS® : teoria e aplicação. **Informações Econômicas**, SP, v.31, n. 1, jan 2001.

MARGARIDO, Mario Antonio. Teste de Co-integração de Johansen Utilizando o SAS. São Paulo: **Agricultura em São Paulo**, v.51, n.1, p.87-101, jan./jun. 2004.

MORICOCCHI, Luiz. MARTIN, Nelson Batista. VEGRO, Celso Luis Rodrigues. Café: mercado mantém tendência de alta. Disponível em: <<http://www.iea.sp.gov.br>>. Acesso em: 23 de fev. 2003.

MESQUITA, José Marcos de C. REIS, Antônio João dos. VEIGA, Ruben Delly. **Mercado de café**: variáveis que influenciam o preço pago ao produtor. 36º Congresso brasileiro de economia e Sociologia Rural, Poços de Caldas, Minas Gerais, 8f, agosto, 1998.

PERRON, Pierre. Trend, unit root and structural change in macroeconomic time series. In RAO, B. Bhaskara. **Cointegration for the applied economist**. New York: ST. Martin's Press, 1994. p.113-146.

Ross, Stephen A. Westerfield, Randolph W. Jordan, Bradford D. **Princípios de Administração Financeira**. (tradução Antonio Zoratto Sanvicente.) São Paulo: Ed. Atlas S.A., 1998.

SEAGRI – Secretaria da Agricultura, Irrigação e Reforma Agrária. Disponível em: <<http://www.seagri.ba.gov.br>>. Acesso em 16 de março 2003.

SOUZA, Warli Anjos de. **Determinantes da viabilidade de mercados futuros agropecuários no âmbito do Mercosul**. 136f. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1998.

TEIXEIRA, Elizete Antunes. **Análise da composição de portfólio em mercados futuros agropecuários**: uma abordagem risco e retorno. 2002. 94f. Dissertação (Mestrado em Administração Rural) – ESAL, Lavras, 2002.

CAPÍTULO 2

Mercados futuros e *hedging* no mercado da soja: o caso Barreiras

Mercados Futuros e *hedging* no mercado da soja: o caso Barreiras

Autor: Reinalda Souza Oliveira

Orientador: Warli Anjos de Souza

RESUMO:

Este artigo analisa o efeito do uso de mercados futuros e a utilização do *hedge* na administração do risco de preço na região de Barreiras, no período de 1996 a 2000. Uma regressão, tendo como variável explicativa o preço futuro, foi utilizada no modelo. Para verificar a co-integração das séries, o procedimento utilizado foi o descrito por Johansen. As análises de co-integração indicaram que os preços à vista da região de Barreiras exibem um equilíbrio de longo prazo com os preços futuros da BM&F, ou seja, o comportamento dos preços, tanto à vista quanto futuros está intimamente relacionado. Quanto à efetividade do *hedge*, constatou-se que as operações realizadas no mercado futuro da BM&F não apresentam boa capacidade de redução do risco de preço para dois meses antes do vencimento do contrato.

Palavras-chave: efetividade, *hedge*, co-integração, soja em grão.

Futures markets and hedging in the market of soy: the case of Barreiras

Author: Reinalda Souza Oliveira

Adviser: Warli Anjos de Souza

ABSTRACT:

This article investigates the effect of the use of futures markets and hedge in the administration of price risk in the region of Barreiras during the 1996-2000 period. A regression, having future prices as explicative variable, was used in the model. The procedure used to verify the series co-integration was the one described by Johansen. The co-integration analyses indicated that the cash prices in the Barreiras region exhibit long term equilibrium with the BM&F future prices, i.e. the cash and future prices behaviors are deeply related. With respect to the hedge effectiveness, it was found that operations realized in the BM&F futures market did not show good price risk reduction for the hedge of two months before contract end.

Key words: effectiveness, hedge, co-integration, soybean

1. INTRODUÇÃO

A participação do Brasil no comércio dos produtos do complexo soja cresceu de forma extraordinária nos últimos anos. Segundo a Agriannual (2003), na safra de 1995/96, as exportações globais de soja em grão somaram 31,86 milhões de toneladas. Desse total, os Estados Unidos, maior produtor mundial, respondiam com 72,5% da produção, seguidos pelo Brasil, com 10,8%, e da Argentina, com 6,5%.

Na safra de 2001/02, verifica-se uma mudança significativa nesse cenário. As exportações globais passaram a 55,96 milhões de toneladas, um crescimento de, aproximadamente, 73%. Os Estados Unidos apresentaram uma redução de 25,4% na participação do mercado. O Brasil teve um aumento de 343,0% e a Argentina, de 216,2%, nas exportações mundiais, evidenciando assim que a fatia perdida pelos Estados Unidos foi incorporada ao Brasil e à Argentina.

A soja tem sido o destaque da pauta de exportação global brasileira (FGV, 2003). Em 2001, as exportações do complexo soja responderam por 9,1% das exportações totais de US\$ 58,22 bilhões e por 41,1% das vendas externas do agronegócio, num total de US\$ 23,958 bilhões. Segundo a CONAB (2003), em 2002 esses números já eram da ordem de US\$ 5,7 bilhões, chegando assim a 10% das vendas externas totais do país.

De acordo com a Agriannual (2003), a distribuição geográfica dos municípios brasileiros maiores produtores de milho e soja vem se alterando sistematicamente nos últimos anos, refletindo o dinamismo da agropecuária, através da expansão da área plantada e do aumento da produtividade da terra, devido à incorporação de novas tecnologias de produção.

Os avanços mais significativos ocorrem com a cultura da soja, principalmente nos municípios da região do Cerrado do Estado da Bahia, onde pequenos produtores e outros investidores brasileiros e estrangeiros têm adquirido terras para o plantio da oleaginosa e, dessa forma, contribuído para a expansão acentuada da produção.

A cultura da soja na Bahia está concentrada em apenas quatro municípios, respondendo por 77,8% da produção estadual: São Desidério; Luís Eduardo Magalhães; Barreiras, 27º maior produtor nacional, com 16% da produção do estado e 0,6% do país; e Formosa do Rio Preto (SEAGRI, 2003).

1.2. A Região Oeste da Bahia

A Região Oeste do Estado da Bahia está situada à margem esquerda do Rio São Francisco, apresentando uma superfície de 162 mil km² e uma população de aproximadamente 800 mil habitantes. Trata-se de uma região que tem um complexo composto por 38 municípios, equivalendo a 28,5% e 6,2%, respectivamente, do território e da população do estado (Censo 2000, IBGE).

A região é circundada pelos rios Carinhonha, Rio Grande e Rio Corrente, todos desembocam no Rio São Francisco. Por ser uma região privilegiada em relação à água, abundante, a irrigação é utilizada como principal técnica, possibilitando o cultivo de diversos produtos agrícolas, entre eles, a soja, com crescente destaque na produção local.

A irrigação, que favorece o desenvolvimento da agricultura mecanizada, aliada ao clima da região, implicam perspectivas de produtividade consideravelmente elevadas.

1.3. Bolsas

A origem das bolsas remonta a muitos séculos atrás, com o objetivo inicial de facilitar o encontro dos vendedores e compradores. Os negócios a futuro tiveram início, oficialmente, em meados do século XIX (Hull, 1996), com a fundação da Chicago Board of Trade (CBOT), em Chicago, nos Estados Unidos, em 1848.

As bolsas são locais onde são centralizadas as operações de troca entre vendedor e comprador. Existem dois tipos de bolsas, as de valores (negocia ações de empresas) e as de mercadorias (mercadorias disponíveis e contratos).

As bolsas de mercadorias são associações privadas, sem fins lucrativos, formadas por membros (corretoras). Em geral, as bolsas de mercadorias não vendem nem compram, apenas estabelecem regras a serem seguidas pelos participantes e fiscalizam o cumprimento dessas regras.

1.3.1. Histórico da BM&F

Empresários paulistas, ligados à exportação, ao comércio e à agricultura, criaram, em 26 de outubro de 1917, a Bolsa de Mercadorias de São Paulo (BMSP). Primeira no Brasil a introduzir operações a termo alcançou, ao longo dos anos, rica tradição na negociação de contratos agropecuários, particularmente, café, boi gordo e algodão (Resenha, 2003).

Em julho de 1985, surge a Bolsa Mercantil & de Futuros, a BM&F. Seus pregões começaram a funcionar em 31 de janeiro de 1986. Em pouco tempo, conquista posição invejável, ao oferecer à negociação produtos financeiros em diversas modalidades operacionais.

Em 9 de maio de 1991, BM&F e BMSP fecham acordo para unir suas atividades operacionais, aliando a tradição de uma ao dinamismo da outra. Surge então a Bolsa de Mercadorias & Futuros, mantendo a sigla BM&F.

Em 30 de junho de 1997, ocorre novo acordo operacional, agora com a Bolsa Brasileira de Futuros (BBF), fundada em 1983 e sediada no Rio de Janeiro, com o objetivo de fortalecer o mercado nacional de *commodities* e consolidar a BM&F como o principal centro de negociação de derivativos do Mercosul.

Em 31 de janeiro de 2000, ao completar 14 anos de existência e inaugurar novas e modernas instalações, a BM&F ingressa na Aliança Globex, formada pelas bolsas de Chicago (Chicago Mercantile Exchange), Paris (Euronext), Cingapura (Singapore Exchange-Derivatives Trading), Madri (Meff – Mercado Oficial de Futuros y Opciones Financeiros) e Montreal (Montreal Exchange). A aliança teve por objetivo servir de plataforma para acordos bilaterais ou multilaterais – visando acesso aos vários mercados e redução de margens por meio de sistemas mútuos de compensação, troca de informações e outros.

No dia 22 de setembro do mesmo ano, a BM&F introduz seu sistema eletrônico de negociação, o Global Trading System (GTS).

Em 22 de abril de 2002, têm início as atividades da *Clearing* de Câmbio BM&F. No dia 25 do mesmo mês, adquire da Companhia Brasileira de Liquidação e Custódia (CBLC) os direitos de gestão e operacionalização das atividades da câmara de compensação e liquidação de operações com títulos públicos, títulos de renda fixa e ativos emitidos por instituições financeiras; e os títulos patrimoniais da Bolsa de Valores do Rio de Janeiro (BVRJ), passando a deter os direitos de administração e operacionalização do sistema de negociação de títulos públicos e outros ativos, conhecido como Sisbex. Com isso, a BM&F amplia a abrangência de

sua atuação e se transforma na principal *clearing* da América Latina, proporcionando um conjunto integrado de serviços de compensação de ativos e derivativos, ao mesmo tempo em que oferece economias de escala, custos competitivos e segurança operacional.

1.3.2. Características dos contratos negociados na BM&F

A análise das características dos contratos permite uma melhor compreensão das negociações a futuro, embora as especificações dos contratos futuros sejam diferentes entre bolsas e até mesmo dentro da própria bolsa.

Tomando como base os contratos negociados em agosto de 2004, a BM&F admite negociações de contratos futuros de café arábica, boi gordo, açúcar cristal, milho, álcool, soja, bezerro, café conillon e algodão, sendo considerados, a partir de março de 2004, contratos de opção de álcool e, de abril de 2004, contratos de opção de boi gordo. Os contratos, em sua maioria, são cotados em dólares americanos, com exceção dos contratos de boi gordo e de milho que, a partir de março de 2001 e março de 2002, respectivamente, passaram a ser cotados em reais (Relatório Agropecuário Mensal – BM&F, 2004).

1.4. O problema e sua importância

A soja é uma *commodity* de grande expressão para o agronegócio no mundo. O Brasil é o segundo maior produtor da oleaginosa, depois dos Estados Unidos.

A produção concentra-se, por ordem de participação, nos estados do Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Paraná, Goiás, Bahia, Rio Grande do Sul e Maranhão. O Estado da Bahia é responsável por cerca de 8,5% da produção nacional.

A Região Oeste da Bahia, especificamente o município de Barreiras, detém, aproximadamente, 16% da produção de soja no estado (IBGE - Produção Agrícola Municipal, 2003).

Como a Região Oeste é uma produtora de soja, está sujeita à volatilidade dos preços. Assim, a administração do risco através do contrato futuro é importante para os produtores rurais envolvidos com mercado de soja, pois a sinalização do preço antes do plantio seria uma forma de eles garantirem receita.

Segundo Leite e Bressan (2001), dentre outros, o problema de administração de preços tem sido objeto de interesse crescente, principalmente por parte de estudiosos e administradores de bolsa de futuros, porque a literatura indica que os riscos a que estão expostos os produtores de soja, dentre eles o preço, podem ser fonte de choques de oferta e de retração da exportação, o que resultaria em perda de divisas para o país.

Neste contexto, encontra-se o problema deste artigo uma vez que a *commodity* soja é um produto que apresenta como característica de comercialização a volatilidade de preços. A administração do risco de preço através do uso de mercados futuros, freqüentemente desenvolvido em outras regiões do país, apresenta resultados significativos, trazendo para o produtor segurança na comercialização, em termos de mercado e de receita. Dessa forma, justifica-se o estudo da eficiência do *hedging* como instrumento de controle de risco de preço para o agronegócio soja da Região Oeste da Bahia.

A importância do estudo deste tema deve-se ao fato de a Região Oeste da Bahia ser uma forte produtora de soja, como tal, sujeita ao problema da volatilidade dos preços. O estudo da efetividade do *hedging* e o uso de mercados futuros para a administração do risco representam valiosa contribuição para os produtores da região, interessados em garantir mercado e receita.

Para Souza (1998), a presença de contratos futuros sendo negociados no espaço de uma região econômica é importante porque reduz o risco de base dos *hedgers* nessa área.

1.5. Objetivos

O presente trabalho pretende avaliar se os agentes envolvidos com o agronegócio soja podem dividir o problema da volatilidade dos preços com outros agentes de mercado, utilizando contratos futuros da BM&F.

Especificamente, pretende-se:

- ✓ Determinar a efetividade do *hedge* para a região Oeste da Bahia.
- ✓ Verificar a relação de longo prazo entre os preços no mercado físico e a BM&F.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. O risco e o retorno dos títulos

Toda atividade financeira é circundada por situações provenientes do tipo de mercado em que está inserida e, dependendo do tipo (mercado eficiente ou

ineficiente), tem como conseqüência da negociação riscos, esses, assumidos pelo investidor. Nessa situação, o investidor exige do mercado uma recompensa ou retorno financeiro, retorno conhecido na literatura da Administração Financeira como prêmio por risco⁶.

O mercado, como instituição participante das transações financeiras, assume então a responsabilidade de garantir, ao investidor, um prêmio que seja condizente com o tamanho do risco assumido e, de acordo com a evolução do risco, para maior ou menor, a relação entre eles (prêmio e risco) será sempre recíproca. Quanto mais certo for o retorno⁷ de um ativo, menor será o seu risco.

Tomar uma decisão financeira significa incorrer em riscos e retornos, e todas as principais decisões financeiras devem ser vistas em termos de expectativas de risco e retorno e do impacto da combinação destes sobre o preço do ativo (Teixeira, 2002). O retorno de um ativo negociado no mercado financeiro é composto por dois componentes: o retorno normal ou esperado da ação e a parcela incerta (Ross, 1998). O retorno normal ou esperado é a parte prevista pelos investidores, e essa depende do grau de informação disponível no mercado. A outra parte, a incerta ou inesperada, origina-se de informações que não estavam disponíveis para os investidores, que surgiram depois de realizada a negociação (dados sobre o PIB, queda ou alta súbita de taxa de juros).

A parte incerta do retorno é a que deve ser mais observada pelos investidores, pois, resultante do desconhecido, representa o risco efetivo de qualquer investimento. O risco aqui é utilizado como a medida de variação dos resultados em torno de um valor esperado, seja para mais ou para menos, ou

⁶ O prêmio por risco é definido, segundo Ross *et al* (1998, pg. 236) como a diferença entre o retorno de um investimento com risco e o retorno de um investimento sem risco.

⁷ O retorno é medido como o total de ganho ou prejuízos dos proprietários decorrentes de um investimento durante um determinado período de tempo (Levy and Sarnat, 1984).

usando as palavras de Antunes (2000), o risco relaciona-se à probabilidade de um evento ocorrer.

No mercado financeiro existem dois tipos de risco, o sistemático e o não-sistemático (Hull, 1996). Risco sistemático é aquele que afeta um grande número de ativos, ou seja, por ser considerado um risco de mercado, afeta as empresas de forma global. O risco não-sistemático afeta um único ativo ou um pequeno grupo de ativos, é também conhecido como risco individual, por ser específico de empresas ou de ativos individuais.

O risco pode estar relacionado a um único ativo, como também a um conjunto de ativos (*portfólio*). O risco pode ser eliminado ou reduzido por meio da diversificação, ou seja, a distribuição de aplicações por muitos ativos objetos eliminará parte do risco. Para Goetzman (2003), a resposta para o problema de investimento não é a seleção de um ativo acima de todos os outros, mas a construção de uma carteira de ativos, isto é, diversificação por vários títulos e a chave para a diversificação está no grau de correlação dos títulos. Levy and Sarnat (1984) afirmam também que

a composição de portfólio de investimento consiste em uma carteira ou grupo de ativos, os quais exercem impactos no risco e retorno da carteira. Logo a administração de carteiras de forma eficiente está na maximização do retorno para um dado nível de risco ou a minimização do risco para determinado nível de retorno. A composição se mostra eficiente no momento em que a diversificação da carteira de investimentos reduz o risco total.

A diversificação da carteira serve para eliminar o risco não-sistemático, já que regula a variabilidade associada aos ativos individuais (Ross,1998). Combinando-se

ativos em carteiras, os riscos não-sistemáticos, tanto positivos quanto negativos, tendem a se compensar, uma vez que tenham sido aplicados em mais do que alguns poucos ativos. O risco sistemático, porém, não pode ser eliminado pela diversificação, já que representa o risco de mercado ou a parcela inesperada das transações financeiras.

O princípio do risco sistemático diz que a recompensa por assumir risco depende, apenas, do risco sistemático de um investimento, ou seja, independente do risco total associado ao ativo, somente a parcela sistemática é relevante para determinar o retorno esperado e o prêmio por risco desse ativo.

2.2. O *hedge*

Os futuros de mercadorias são utilizados por produtores e usuários de mercadorias para operações de *hedge*. Para Araújo (1998, p.28), o *hedge* é definido como uma operação realizada no mercado de derivativos com o objetivo de proteção, quanto à possibilidade de oscilação de um preço, taxa ou índice.

Para os agentes envolvidos com o agronegócio, a redução das incertezas sobre as oscilações de preço no mercado à vista, é uma razão para procurar proteção no mercado futuro (*hedge*).

Na administração do risco de preço (*hedging*), o *hedge* toma uma posição em futuros oposta à posição assumida no mercado físico, a fim de fixar e monitorar o preço. Working (1953), apud Fileni, identifica três diferentes motivos para a realização do *hedging*: (1) facilidade nas decisões de compra e venda; (2) fornecimento de uma grande liberdade de ação empresarial; (3) redução do risco do negócio.

Existem dois tipos de *hedger*, o *hedger* de compra e o *hedger* de venda. *Hedger* de venda é feito quando o *hedger* possui o ativo objeto e espera vendê-lo no futuro; o *hedger* de compra, ao contrário, ocorre quando o usuário teve de adquirir determinado ativo objeto no futuro e deseja travar um preço hoje. O momento ideal para a troca da posição, ou seja, deixar de ser comprado para assumir a posição vendido, será determinado pelo movimento do mercado, e o sucesso da operação (*hedging*) concentra-se exatamente na descoberta deste momento.

Os *hedgers* e os especuladores possuem características similares, visto que o *hedger* especula especificamente nas relações entre preços nos mercados físicos e futuros, ao passo que o especulador especula nas alterações de níveis de preço num mesmo mercado. O especulador é um agente que não faz *hedge*, apenas transaciona em futuros de *commodities*, com o objetivo de lucrar através da antecipação bem-sucedida do movimento de preços. Os especuladores são atraídos aos mercados pelos investidores ou *hedgers* que não desejam carregar custos e preferem transferir os riscos, criando para isso condições mais atraentes de preços.

Segundo Souza (1998), *hedgers* e especuladores são atraídos ao mercado devido as suas demandas por instrumentos financeiros fungíveis e líquidos que os auxiliam na administração do risco do *portfólio*.

2.3. Os Mercados Futuros Como Administração de Risco

Como instrumento de minimização de risco de preço inerente à atividade agrícola, os mercados futuros são instituições nos quais os agentes transacionam mercadorias ou contratos de entrega por contratos monetários.

Para Hull (1996) os mercados futuros foram criados para atender às necessidades dos *hedgers*, ou seja, significam proteção contra a volatilidade dos preços, uma vez que os agentes envolvidos com a comercialização necessitam fixar um preço para a produção e proteger o preço de compra dos produtos. Telser, *apud* Souza (1998), coloca que a demanda por seguro de preço, isoladamente, não explica a existência de mercados futuros organizados, visto que os contratos a termo também fornecem seguro de preço, uma melhor explicação seria em função da demanda pelo investimento financeiro fungível (substituto perfeito) negociado em mercados líquidos, um contrato futuro. Assim, o papel do *hedge* com contratos futuros é a garantia dos preços a serem pagos ou recebidos pelos contratos.

Os contratos futuros não precisam ser negociados pela entrega física da mercadoria, o que se faz é uma reversão de posição, zerando-a antes do período de entrega estabelecido no contrato. O encerramento da posição envolve a realização de um contrato oposto ao que foi acordado no início da negociação (Hull, 1996). O vencimento de um contrato futuro é fixo, o que faz com que os mesmos contratos, negociados em datas diferentes, vençam todos numa mesma data. Essa característica possibilita maior liquidez e garante, aos participantes, a possibilidade de liquidação financeira das posições mediante a realização da operação inversa a sua posição inicial.

Algumas funções são apontadas por Leuthold (1992), Junkus (1992) e Cordier (1992) na administração do risco: (a) auxilia os produtores na descoberta dos preços futuros ; (b) é uma fonte de informação na tomada de decisão de produção. Por outro lado, Aguiar e Martins (2004) afirmam que, a função básica do mercado futuro é permitir que todos os interessados em uma dada mercadoria possam fixar um preço de compra ou venda em uma data futura, reduzindo assim o risco de perdas

decorrentes das variações desfavoráveis de preço. Logo, a função do mercado futuro é possibilitar um *hedge* ou proteção contra variações adversas de preços que possam ocorrer, no futuro, aos agentes que negociam determinada *commodity*.

3. METODOLOGIA

A abordagem metodológica deste trabalho baseia-se no estudo de séries temporais. Segundo Bressan (2004), uma das possíveis alternativas para reduzir a incerteza no processo de tomada de decisões econômicas é a utilização de modelos de previsão dessas séries. A análise para verificar a efetividade do hedge será feita pelo estudo do modelo de carteira de Markowitz (1952).

3.1 Modelo Analítico

Modelo matemático

$$P_{st,T} = f(P_{ft,T}) \quad (1)$$

Onde:

$P_{st,T}$ = é o preço no mercado físico (Spot) no período T;

$P_{ft,T}$ = é o preço no mercado futuro no período T;

Quando se trabalha com dados provenientes de séries temporais, em que as observações seguem uma ordenação cronológica natural, existe sempre a possibilidade de que erros sucessivos estejam correlacionados. Na eq. (1), a análise de regressão entre o preço à vista e o futuro pode estar sujeito a problemas de

correlação serial dos resíduos, o que resulta na perda de eficiência dos estimadores de mínimos quadrados (Hill, 1996). De acordo com Gujarati (2000), a presença de auto-correlação pode ser testada pela estatística Durbin-Watson.

3.1. Cálculo da Efetividade do *Hedge*

Conforme Aguiar (2004) a pesquisa considera que o *hedger* é um investidor avesso ao risco e que tem como objetivo a maximização da sua riqueza, trabalhando assim com um *portfólio* (carteira) composto por dois ativos: uma posição no mercado físico e uma posição no mercado futuro. Considerando um *hedge* de venda entre o período de estabelecimento (1) e o de encerramento (2) a receita de um *hedger* pode ser dada por:

$$R_h = V(p'_2 - p_1) + F(f_1 - f'_2)$$

ou

$$R_h = V(p'_2 - p_1) - F(f'_2 - f_1) \tag{2}$$

em que

R_h = receita bruta num portfólio com posições nos mercados futuros e à vista;

V = tamanho da posição no mercado à vista;

$p'_2 - p_1$ = diferença entre os preços no mercado à vista entre os períodos 2 e 1;

F = tamanho da posição no mercado futuro; e

$f'_2 - f_1$ = diferença entre os preços no mercado futuro entre os períodos 2 e 1.

Dividindo a expressão em (2) por V , obtém-se a receita por unidade de produto:

$$R_h/V = (p_2' - p_1) - h(f_2' - f_1) \quad (3)$$

Sendo h a razão de hedge (F/V), que mostra o tamanho da posição no mercado futuro em relação à posição no mercado à vista.

Aplicando a propriedade da variância de uma soma à equação (3), obtém-se a variância da receita por unidade do produto:

$$\sigma_h^2 = \sigma_p^2 - 2h\sigma_{pf} + h^2\sigma_f^2 \quad (4)$$

em que

σ_h^2 = variância da receita por unidade do produto;

σ_p^2 = variância da mudança do preço no mercado físico;

σ_{pf} = covariância entre as mudanças do preço no mercado físico e do preço futuro;

e

σ_f^2 = variância da mudança do preço futuro.

Utilizando a condição de primeira ordem para minimização da variância da receita, chega-se à razão ótima do *hedge* (h^*), derivando-se a variância da receita com respeito a h e igualando-se o resultado a zero, tem-se:

$$\begin{aligned} \frac{\partial \sigma_h^2}{\partial h} &= -2\sigma_{pf} + 2h\sigma_f^2 = 0 \\ \sigma_{pf} &= h^* \sigma_f^2 \\ h^* &= \frac{\sigma_{pf}}{\sigma_f^2} \end{aligned} \quad (5)$$

Assim, a razão ótima do *hedge*, h^* , ou seja, a razão de *hedge* que permite minimizar a variância da receita do *hedger*, depende diretamente da covariância

entre as mudanças nos preços futuro e à vista e, inversamente, da variância do preço futuro.

Segundo Azevedo (2003), a forma padrão do coeficiente de inclinação da equação de regressão pelo método dos mínimos quadrados ordinários é igual à razão de *hedge*. Assim o resultado do modelo matemático (1) é dado por:

$$P_{st,T} = \alpha + \beta P_{ft,T} + \varepsilon \quad (6)$$

Onde:

α = Intercepto;

β = Coeficiente de inclinação;

ε - Componente do erro.

Usando a equação (5) é possível calcular a efetividade do *hedge*, isto é, a proporção da variância da receita que pode ser eliminada por meio da adoção de um portfólio com a razão ótima do *hedge*. Matematicamente, a efetividade do *hedge* pode ser representada como:

$$e = \frac{Var(p) - Var(h^*)}{Var(p)} = 1 - \frac{Var(h^*)}{Var(p)} \quad (7)$$

Sendo $Var(h^*)$ a variância da receita num *portfólio* com *hedge* à razão ótima e $Var(p)$ a variância da receita num *portfólio* sem *hedge*.

De acordo com a equação (7), nota-se que se o *hedge* eliminasse totalmente o risco ($Var(h^*) = 0$), a efetividade seria igual a um. Por outro lado, caso as variâncias da receita com e sem *hedge* fossem iguais, a efetividade seria igual a

zero. Dessa forma, a efetividade do *hedge* varia de zero a um, ou de zero a cem, caso se prefira expressá-la em percentagens.

Como $\text{Var}(p)$ depende unicamente do comportamento dos preços à vista, a variância da receita em um *portfólio* sem *hedge* é a própria variância da mudança do preço no mercado físico. Por sua vez, $\text{Var}(h^*)$ pode ser obtida substituindo-se (5) em (4):

$$\text{Var}(h^*) = \sigma_p^2 - 2\left(\frac{\sigma_{pf}}{\sigma_f}\right) \cdot \sigma_{pf} + \left(\frac{\sigma_{pf}}{\sigma_f}\right)^2 \cdot \sigma_f^2$$

Simplificando, tem-se:

$$\text{Var}(h^*) = \sigma_p^2 - \left(\frac{\sigma_{pf}}{\sigma_f}\right)^2 \sigma_f^2$$

Para se chegar a uma fórmula envolvendo correlação, multiplica-se e divide-se o último elemento da equação acima por σ_p^2 :

$$\text{Var}(h^*) = \sigma_p^2 - \left(\frac{\sigma_{pf}}{\sigma_f}\right)^2 \cdot \frac{\sigma_f^2}{\sigma_p^2} = \sigma_p^2 - \left(\frac{\sigma_{pf}}{\sigma_f \sigma_p}\right)^2 \cdot \sigma_p^2 = \sigma_p^2 (1 - \rho^2) \quad (8)$$

Assim, substituindo σ_p^2 e (8) em (7), tem-se

$$e = 1 - \frac{\sigma_p^2 (1 - \rho^2)}{\sigma_p^2} = \rho^2 \quad (9)$$

Desse modo, a equação (8) mostra que a efetividade do *hedge*, quando utiliza razão ótima de *hedge*, é o quadrado da correlação linear entre as mudanças dos preços à vista e futuro. Como o quadrado da correlação linear entre as mudanças dos preços à vista e futuro varia de zero a um, a efetividade de *hedge*, quando se utiliza a razão de *hedge* ótima, também varia de zero a um. A efetividade será máxima quando as mudanças dos preços à vista e futuro forem perfeitamente correlacionadas, diminuirá à medida que a correlação entre as mudanças de preços à vista e futuro diminui.

Segundo (Aguilar, 2003), quanto maior a correspondência entre o produto comercializado no mercado à vista e o produto especificado nos contratos futuros, maior será a correlação entre as mudanças nos preços à vista e futuro, e, conseqüentemente, maior tenderá a ser a efetividade de *hedge*, quando se utiliza a razão de *hedge* ótima.

3.2. Mensuração da ordem de integração – Teste de Raiz Unitária

A utilização de modelos de regressão envolvendo séries temporais não estacionárias pode levar a regressões espúrias, ou seja, um alto valor do R^2 , mas sem uma relação significativa entre as variáveis. Gujarati (2000) afirma que o alto valor do R^2 resulta da tendência existente na série e não do verdadeiro relacionamento entre elas.

Margarido e Anefalos (2001) acrescentam que, ao utilizar duas variáveis numa regressão ao longo do tempo suas respectivas médias e variâncias não são constantes durante esse período, violando os princípios estabelecidos pela

estatística tradicional e, conseqüentemente, produzindo relacionamentos espúrios, o que leva a necessidade de se verificar a presença de raiz unitária.

3.3. Pressupostos estatísticos

Dada uma variável y_t aleatória, o modelo que gera a variável de uma série temporal y_t é chamado *processo estocástico* ou *aleatório*. Hill (2003), afirma que um processo estocástico (série temporal) y_t é estacionário se sua média e sua variância são constantes ao longo do tempo, e a covariância entre dois valores da série depende apenas da distância no tempo que separa os dois valores, e não dos tempos reais em que as variáveis são observadas. Conclui-se, então, que uma série temporal y_t é dita estacionária se, para todos os valores de t , for verificado que:

$$E(y_t) = \mu \quad (\text{média constante}) \quad (10)$$

$$\text{Var}(y_t) = \sigma^2 \quad (\text{variância constante}) \quad (11)$$

$$\text{Cov}(y_t, y_{t+s}) = \text{cov}(y_t, y_{t+s}) \quad (\text{covariância depende de } s, \text{ e não de } t) \quad (12)$$

3.4. Teste de Raiz Unitária

Para se testar a estacionariedade de uma série pelo teste da Raiz Unitária é necessário o uso de uma função y_t do tipo:

$$Y_t = \rho Y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (13)$$

Supõe-se que ε_t seja uma perturbação aleatória com média zero e variância constante σ_v^2 . Se neste modelo $\rho = 1$, então y_t é o passeio aleatório⁸ não estacionário, $y_t = y_{t-1} + \varepsilon_t$ e afirma-se que tem uma raiz unitária, pois o coeficiente

⁸ Passeio aleatório, segundo Hill (2003, p.389), são séries cujos pontos passeiam vagarosamente para cima e para baixo, mas sem padrão real.

$\rho = 1$. Calculando a variância, é possível demonstrar a não estacionariedade da série. Supondo que $y_0 = 0$, então, para $t = 1$, teremos:

$$\begin{aligned}
 y_1 &= \varepsilon_1 \\
 y_2 &= y_1 + \varepsilon_2 = \varepsilon_1 + \varepsilon_2 \\
 Y_t &= \sum_{j=1}^t \varepsilon_j
 \end{aligned} \tag{14}$$

Assim, como a variância de y_t muda com o tempo, é uma série não estacionária.

$$Var(Y_t) = t\sigma^2 \tag{15}$$

Em Hill (2003), se $|\rho| < 1$, então, a função y_t é estacionária. Dessa forma, torna-se possível testar a não estacionariedade, testando a hipótese nula em que $\rho = 1$, contra a possibilidade em que $|\rho| < 1$, ou seja, $\rho < 1$. Fazendo uma modificação matemática na função, ou seja, subtraindo y_{t-1} de ambos os lados em (13) para que o cálculo se torne conveniente, teremos:

$$\begin{aligned}
 Y_t - Y_{t-1} &= \rho Y_{t-1} - Y_{t-1} + \varepsilon_t \\
 \Delta Y_t &= (\rho - 1)Y_{t-1} + \varepsilon_t \\
 &= \gamma Y_{t-1} + \varepsilon_t
 \end{aligned} \tag{16}$$

onde $\gamma = \rho - 1$ e $\Delta Y_t = Y_t - Y_{t-1}$, Δ é o operador de diferença e y é a variável dependente. Fazendo-se então os testes das hipóteses:

$$\begin{aligned} H_0 : \rho = 1 &\leftrightarrow H_0 : \gamma = 0 \\ H_1 : \rho < 1 &\leftrightarrow H_1 : \gamma < 0 \end{aligned} \quad (17)$$

Para testar as hipóteses (17), estima-se (16), por mínimos quadrados e examina-se a estatística t para a hipótese de que $\gamma = 0$. Dickey e Fuller (1979 e 1981) denominaram estas estatísticas de τ (tau).

Os testes de Dickey-Fuller além de testar se uma série é um passeio aleatório, apresentam também valores críticos para a presença de uma raiz unitária em presença de uma constante.

$$\Delta Y_t = \alpha_0 + \gamma Y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (18)$$

Para controlar a possibilidade de o termo do erro ser na equação (18) autocorrelacionado, acrescentam-se termos adicionais, modificando o modelo.

$$\Delta Y_t = \alpha_0 + \beta_t + \gamma Y_{t-1} + \sum_{i=1}^m \delta_i \Delta Y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (19)$$

$$\text{onde } \gamma = \sum_i^m \rho_i - 1 \quad \text{e} \quad \delta_i = \sum_{j=i+1}^m \rho_j$$

m é a ordem do modelo auto-regressivo que descreve o comportamento da série temporal. As hipóteses testadas em ambos os modelos correspondem a uma hipótese nula em que a série não é estacionária - $H_0 : y_t$ não é $I(0)$ – contra a hipótese em que a série não é integrada, tratando-se de uma série estacionária – $H_1 : y_t$ é $I(0)$. O número de defasagens (m) deve ser considerado para que os resíduos resultantes sejam não correlacionados.

3.4.2. Co-integração

Margarido e Anefalos (2001) afirmam que, se uma variável individualmente apresenta raiz unitária, pode acontecer que a sua combinação linear com outra variável seja estacionária e, nesse caso, as séries são conhecidas como co-integradas.

Para Bacchi (1995), o conceito de co-integração é que variáveis não estacionárias podem ter caminho temporal ligados de forma que a longo prazo apresentem relação de equilíbrio.

Aplica-se o teste de co-integração para identificar se duas ou mais variáveis integradas de mesma ordem possuem uma relação de equilíbrio a longo prazo, ou seja, se as duas variáveis são integradas de primeira ordem, então a sua combinação linear também será integrada.

Conforme Bacchi (1995), supondo que duas variáveis x_t e y_t tenham uma relação de equilíbrio no longo prazo dado por $x_t - cy_t = 0$ com $c \neq 0$. Em algum período particular, essa situação pode não se verificar e ocorrer $x_t - cy_t = z_t$, onde z_t é uma variável estocástica representando o desvio do equilíbrio. Se existir relação estável no longo prazo, é admissível assumir que as variáveis x_t e y_t movem-se juntas e que z_t é estacionária, afirmando assim que, se isso acontece, as variáveis são co-integradas [ver Engle e Granger(1991)].

Apesar das vantagens do método de Engle-Granger, quando se utilizam mais de duas variáveis no modelo ou um modelo multivariado, existe a possibilidade de existir múltiplos vetores de co-integração, e o resultado produzido através desse procedimento seria uma combinação linear dos diferentes vetores de co-integração.

Johansen & Juscelius (1990), procurando solucionar o problema da provável existência de vários vetores de co-integração propuseram um procedimento a partir do uso do método de máxima verossimilhança.

O procedimento de Johansen para testar co-integração, descrito por Bacchi (1995), baseia-se numa versão reparametrizada de um modelo VAR(p):

$$\Delta x_t = \Gamma_1 \Delta x_{t-1} + \dots + \Gamma_{p-1} \Delta x_{t-p+1} + \Pi x_{t-1} + \mu + \varphi d_t + \varepsilon_t \quad (20)$$

onde $\Gamma_i = -(\Pi_{i+1} + \dots + \Pi_p)$ para $i = 1, 2, \dots, p-1$ e $\Pi = -I - (\Pi_1 + \dots + \Pi_p)$

A matriz $\Pi_{n \times n}$ contém as informações de longo-prazo correspondente a $\Pi = \alpha\beta'$, em que α representa o ajustamento do desequilíbrio, enquanto β constitui-se em uma matriz dos coeficientes de longo prazo. Esse método testa se os coeficientes da matriz Π contêm as informações de longo prazo sobre as variáveis envolvidas. Pode-se proceder de três maneiras, considerando o rank ou posto (r) da matriz apresentada. Primeiro, se a matriz for de posto completo ou $\Pi = n$, ou se existem n colunas linearmente independentes, as variáveis em x_t serão $I(0)$ ou estacionárias. Segundo, se o posto da matriz for igual a zero ou posto (Π) = 0, não existe nenhum vetor de co-integração. Terceiro, se o posto (Π) = $r \leq n - 1$ existem $n - 1$ vetores de co-integração. O posto de Π indica o número de relações que co-integram.

Esse número pode ser obtido utilizando-se dois testes de razão de verossimilhança, o teste Traço e o Máximo Valor. Esses testes são dados, respectivamente, por:

$$\lambda_{trace} = -T \sum_{i=r+1}^p \ln(1 - \hat{\lambda}_i) \quad p = 1, 2, 3, \dots, n - 1 \quad (21)$$

e

$$\lambda_{\max} = -T \ln(1 - \hat{\lambda}_{r+1}) \quad p = 1, 2, 3, \dots, n - 1 \quad (22)$$

A hipótese nula do primeiro teste é que o número de vetores de co-integração é $r \leq p$, e a hipótese alternativa é que $r = n$. O segundo teste verifica a significância do maior autovalor, confrontando a hipótese nula em que r vetores de co-integração são significativos contra a hipótese alternativa em que o número de vetores significativos seja $r + 1$, ou seja, $r = 0$ contra $r = 1$; $r = 1$ contra $r = 2$ e assim sucessivamente.

3.5. Dados

Utilizaram-se, neste trabalho, observações de preços mensais no mercado físico (disponíveis), tendo como referência a região de Barreiras, com cotações de soja em grão, fornecidas pela Secretaria da Agricultura, Irrigação e Reforma Agrária (SEAGRI), no período compreendido entre janeiro de 1996 e dezembro de 2000. No caso dos contratos futuros, foram utilizadas as cotações diárias de fechamento (ajuste) para cada mês de vencimento, posteriormente transformadas em dados mensais. Os dados foram fornecidos pela Bolsa de Mercadorias & Futuro (BM&F), cotados em dólares americanos, sendo transformados em Real utilizando o índice de preço ao consumidor (INPC).

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Inicialmente, neste capítulo, tem-se uma representação gráfica do comportamento das séries logaritmizadas em nível, Figura 1, tanto do mercado físico quanto do mercado futuro. Em seguida, procurou-se analisar o comportamento dos

preços, por meio da análise de co-integração, calculando-se a razão ótima de *hedge* e a sua efetividade, provenientes de regressões definidas no modelo analítico.

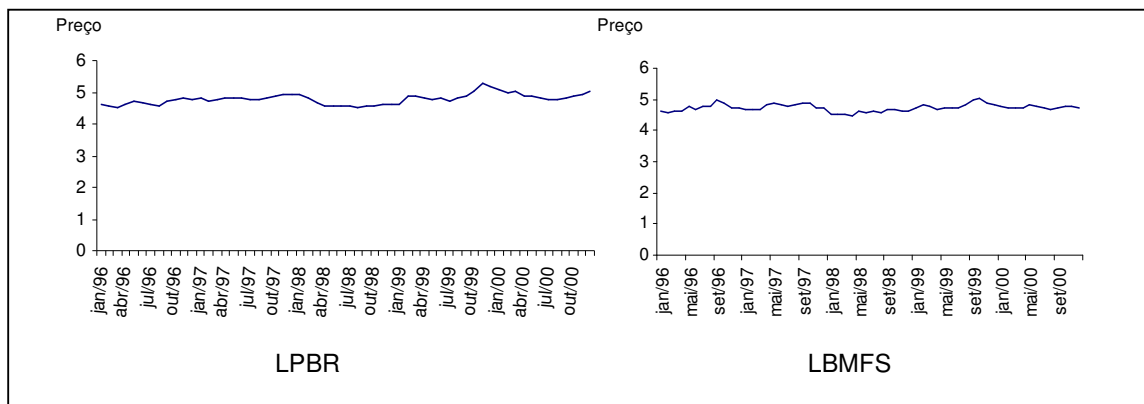


Figura 1 – Séries do logaritmo de PBR e BMFS, jan/96 a dez/00.

Fonte; SEAGRI / 2003; BM&F / 2003

Antes de aplicar a análise de co-integração das séries, testa-se a existência de estacionariedade em todas as séries de preços, ou seja, são testadas se as séries são $I(0)$. Foram aplicados os testes de Akaike e Schwarz para indicar a ordem de defasagem de cada série, juntamente com os testes de significância dos parâmetros para definir a melhor especificação, no que se refere ao número de defasagens e à presença, ou não, de constante e tendência nas séries. Quando os resultados dos testes de Akaike e Schwarz divergiram, foi utilizado o critério da parcimônia, optando-se pelo SC com base em Bacchi (1995), adotando-se a menor ordem indicada. Os resultados da determinação do número de defasagens estão apresentados na Tabela 1, a seguir.

Tabela 1- Determinação do número de defasagens, segundo o Critério de Informação de Schwarz (BIC), para executar o teste de raiz unitária do tipo ADF para as variáveis LBMFS e LPBR, janeiro de 1996 a dezembro de 2000.

Variável	Valor mínimo do Critério de Informação BIC	Defasagem (ns) efetivamente utilizada (s) no modelo ARMA
LBMFS ¹	BIC (1,2) = - 5.74459	Uma defasagem
∇ LBMFS ²	BIC (0,0) = - 5.54294	Nenhuma defasagem
LPBR ¹	BIC (2,0) = - 5.28115	Duas defasagens
∇ LPBR ²	BIC (0,1) = - 5.29287	Quatro defasagens ³

¹ Variável em nível

² Variável diferenciada

³ Método data dependent iniciado com doze defasagens, segundo apresentado por Perron (1994).

Em seguida, foram utilizados os testes descritos anteriormente na metodologia para detectar a presença de raiz unitária nas séries. Os resultados dos testes de raiz unitária estão apresentados na Tabela 2 adiante. Pode-se observar que todas as séries apresentaram uma raiz unitária.

Baseando-se nesse teste, verificou-se que as variáveis são não-estacionárias em nível, sendo estacionárias na primeira diferença, isto é, os preços à vista e futuros são integrados de ordem 1, I (1).

Tabela 2 - Teste de Raiz Unitária Dickey-Fuller Aumentado (ADF) para as variáveis LBMFS e LPBR, janeiro de 1996 a dezembro de 2000.

Variável	τ_r	ϕ_1	τ_μ	ϕ_3	τ	Ordem de Integração
LBMFS	0.17	5.54	-3.32	5.43	-3.28	I (1)
∇ LBMFS	- 6.86 *	23.82	- 6.90 *	23.50	- 6.99	I (0)
LPBR	- 2.84 **	3.45	- 2.49 **	4.04	0.72	I (1)
∇ LPBR	- 3.69	7.08	-3.75	6.89	-3.71	I (0)

* Nível de significância de 1%.

** Nível de significância de 10%.

Fonte: Resultados da pesquisa

Para testar a co-integração, utilizou-se o teste de Johansen. Com base em Margarido (2004), apesar de o teste de Johansen ser mais complexo, no que se refere aos aspectos teóricos e à análise dos resultados, ele apresenta vantagens em relação aos testes de Engle e Granger. O teste de Engle e Granger verifica somente se as variáveis são co-integradas ou não, o teste de Johansen, além de identificar se

as variáveis são co-integradas ou não, diz quantos vetores de co-integração existem entre as variáveis.

Para identificar o número de defasagens a serem utilizadas no teste de co-integração de Johansen, utilizou-se o SAS[®], pois automaticamente ele especifica a ordem do modelo VAR. A ordem do modelo VAR encontrado para as variáveis em estudo é igual a dois, e o método de estimação utilizado foi o de mínimos quadrados ordinários. Foram calculados, a partir daí, os testes de co-integração das séries de preços cotados na região de Vitória da Conquista, em relação aos preços praticados na bolsa BM&F. Os resultados são apresentados na Tabela 3.

No teste estatístico de Johansen, o teste Traço da hipótese nula considera que o número de vetores de co-integração é inferior ou igual a v (v pode assumir um valor entre 0 e 2). No teste de Máximo Eigenvalue, a hipótese nula em que o número de vetores $v = 0$ é testada contra $v = 1$; $v = 1$ contra a alternativa $v = 2$; e assim sucessivamente.

Para a série de Barreiras, o teste Traço indica que há um vetor de co-integração, visto que o valor calculado é superior ao valor tabelado. Assim rejeita-se a hipótese nula em que não há um vetor de co-integração (Rank = 0), em favor da hipótese alternativa em que há pelo menos um vetor de co-integração (Rank > 0). Ao testar a hipótese nula em que há somente um vetor de co-integração (Rank = 1) contra a hipótese alternativa em que há mais de um vetor de co-integração (Rank > 1), o valor calculado é inferior ao valor tabelado, logo, se conclui que a hipótese alternativa é rejeitada em favor da hipótese nula. Pode-se inferir, portanto, que há somente um vetor de co-integração. Assim, conclui-se que os mercados são competitivos e que há equilíbrio de longo prazo.

Tabela 3 - Resultados do teste de co-integração de Johansen para a estatística $\lambda_{\text{traço}}$, variáveis LBMFS e LPBR, janeiro de 1996 a dezembro de 2000.

H_0:	H_1:	Eigenvalue	$\lambda_{\text{traço}}$	Valor crítico*	Intercepto no modelo de correção de erro	Intercepto no processo
Rank = r	Rank > r					
0	0	0.3010	21.13	12.21	Sem intercepto	Constante
1	1	0.0000	0.00	4.14		

* Nível de significância de 5,0%

Fonte: Dados da pesquisa

4.1. A efetividade e a razão ótima do *hedge*

Depois de realizada a análise de co-integração, parte-se para as análises de regressão, definidas na metodologia. Pode-se obter uma razão ótima de *hedge*, indicativa da proporção que deverá ser “hedgeada” no mercado futuro, a fim de minimizar o risco de preço e o cálculo da 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 de *hedge*.

A efetividade do *hedge* e a razão ótima de *hedge* estão representadas na Tabela 4. Verifica-se que a região de Barreiras apresenta uma baixa eficiência de *hedge*, com 48,9% representando assim que o risco de quem faz *hedge* com contratos futuros da BM&F para dois meses antes do vencimento do contrato é praticamente o mesmo de quem não o faz. Assim, o que se pode inferir é que fatores como a qualidade da soja, tempo de armazenagem e transporte, assumem, neste caso, importância no nível de correlação entre o preço da soja em grão na região de Barreiras e as cotações futuras.

A região de Barreiras apresentou resultado significativo de razão ótima de *hedge*, 77,1%, ou seja, a região deveria comercializar 77% da produção no mercado futuro e 23% no mercado físico.

Tabela 4 - Efetividade e razão ótima de *hedge*, para a região de Barreiras, no mercado futuro da BM&F.

Região	Efetividade do <i>hedge</i>	Razão ótima de <i>hedge</i>
Barreiras	0,489	0,771

Fonte: Dados da pesquisa

5. CONCLUSÕES

A dificuldade informacional existente no mercado da soja e seus derivados traz como conseqüência a volatilidade de preços. Com isso, o uso de estratégias que visem reduzir esse problema é de grande importância para os agentes que atuam na produção e comercialização dessa *commodity*. O uso de mercados futuros seria uma alternativa para a administração do risco de preço.

O presente trabalho é uma tentativa de fornecer subsídios para os agentes que operam com o mercado de soja na região de Barreiras, sinalizando a eficiência da BM&F na real minimização do risco de preço.

Procurou-se analisar os mercados futuros da soja na região de Barreiras, tendo como foco a Bolsa de Mercadoria e Futuros (BM&F), com o objetivo principal de indicar para os agentes qual a melhor forma de orientar suas estratégias operacionais quando forem utilizar o mercado futuro da soja no Brasil.

Para alcançar-se o objetivo proposto, inicialmente foram feitos testes de co-integração para detectar semelhanças entre os preços praticados pela BM&F e os preços da praça de Barreiras, com cálculos da efetividade do *hedge* e da razão ótima desse *hedge*, visando determinar a quantidade que deveria ser “hedgeada” no mercado futuro para minimizar o risco e quanto da proporção da variância da receita poderia ser eliminado por meio da adoção da razão ótima do *hedge*.

O teste de co-integração indicou que os preços da região de Barreiras possuem relação de equilíbrio de longo prazo com os preços futuros da BM&F, ou seja, o comportamento dos preços à vista e futuro estão intimamente relacionados.

O baixo valor encontrado para a eficiência do *hedge* resulta do incipiente volume de negociações dos contratos da soja na BM&F. Quando o mercado tende a ser ineficiente, os investidores correm o risco de não poderem reverter suas posições, a um preço justo, no momento que desejarem. Assim, o uso de mercados futuros para dois meses de vencimento do contrato não se mostrou um instrumento eficaz para a redução do risco de preço.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRIANUAL. **Anuário estatístico da agricultura brasileira**. São Paulo: FNP Consultoria e Comércio, 2003.

AGUIAR, D. R. D, MARTINS, A. G. Efetividade do Hedge de Soja em Grão Brasileira com Contratos Futuros de Diferentes Vencimentos na Chicago Board of Trade. **Revista de Economia e Agronegócio**, Viçosa, set. 2004.(Artigo em análise)

AGUIAR, D. R. D, SILVA, A. R. O. & LIMA, J. E. Hedge com Contratos Futuro no Complexo Soja Brasileiro: BM&F vs. CBOT. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, 41(2):279-300, Abr./Jun. 2003.

ANTUNES, Luciano Médici, RIES, Leandro Reneu. **Comercialização Agropecuária: mercado futuro e de opções**. Guaíba: Agropecuária, 2000.

ARAÚJO, Lauro de S. N. **Derivativos – Definições, emprego e risco**. 2ª ed. São Paulo: Atlas, 1998.

AZEVEDO, Adriano Freitas; ELIAS, Renato; JUNIOR, Luiz G. de Castro;. **Efetividade e razão ótima de hedge na cafeicultura em diversas localidades de Minas Gerais e São Paulo**. 36º Congresso Brasileiro de Economia e Sociologia Rural, Juiz de Fora, Minas Gerais, Julho, 2003.

BACCHI, M.R.P. Integração, co-integração e modelo de correção de erro: uma introdução. Viçosa, MG: UFV, 1995. (Mimeo).

BM&F. Bolsa de Mercadorias e Futuros. Disponível em: <<http://www.bmf.com.br>> Acesso em 15 de abril 2004.

BRESSAN, Aureliano A. Tomada de decisão em futuros agropecuários com modelos de previsão de séries temporais. **RAE-eletrônica**, v. 3, n.1, jan-jun/2004.

BRESSAN, Aureliano Angel, LEITE, Carlos Antonio Moreira. **Eficiência do Mercado Futuro de Café no Brasil**. 2001. Minas Gerais. Programa Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento do Café. UFV, 2001.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2003.

DICKEY, David A.; FULLER, Wayne A. Likelihood ratio statistics for autoregressive time series with a unit root. **Econometrica**, v. 49, n.4, p.1057-1072, jul., 1981.

DICKEY, David A.; FULLER, Wayne A. Distribution of the estimators for autoregressive time series with unit root. **Journal of The American Statistical Association**, v. 74, n.366, p.427-431, Jun. 1979.

FILENI, D. H. **O risco de base, a efetividade do hedging e um modelo para a estimativa da base**: uma contribuição ao agronegócio do café em Minas Gerais. Lavras: UFLA, 1999. Dissertação de Mestrado, 137 p.

FGV- Fundação Getúlio Vargas. Disponível em:< <http://www.fgv.br> > Acesso: 20 de abril 2004.

GUJARATI, D. N. **Econometria Básica**. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2000.

GOETZMANN, William N. Uma Introdução à Teoria do Investimento. 2003. Disponível em: <file://A:\MPPM540Capítulo 3. htm>.

HILL, R. Carter; GRIFFITHS, Willian E; JUDGE, George G. **Econometria** 2ª ed. São Paulo: Saraiva, 2003.

HULL, Jonh. **Introdução aos mercados futuros e de opções**. 2ª ed. São Paulo: BM&F - Bolsa de Mercadorias e Futuros, Cultura Editores Associados, 1996.

IBGE – Censo 2000. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em 18 de out. 2003.

IBGE – Produção Agrícola Municipal. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em 15 de mar. 2003

JOHANSEN, Soren; JUSELIUS, Katarina. Maximum likelihood estimation and inference on cointegration with applications to the demand for money. **Oxford Bulletin of Economics and Statistics**, v. 52, n. 2, p. 169-210, 1990.

LEUTHOLD, Raymond, JUNKUS, Joan C., CORDIER, Jean E. **The Theory and Practice of Futures Markets**. Lexington Books, 1989, 408p.

LEVY, Haim, SARNAT, Marshall. **Portfólio and Investment Selection: Theory and Practice**. Prentice Hall International, Inc. 1984.

MACKINNON, James G. Critical values for cointegration tests. In: ENGLE, R. F. ; GRANGER, W. J. **Long-run economic relationships**: readings in cointegration. New York: Oxford University Press, 1991. p.267-276.

MARKOWITZ, H. Portfólio selection. **The Journal of Finance**, New York, v. 7, n. 1, p. 77-91, June, 1952.

MARGARIDO, Mario A. ANEFALOS, Lílian C. Testes de co-integração utilizando o SAS® : teoria e aplicação. **Informações Econômicas**, SP, v.31, n. 1, jan 2001.

MARGARIDO, Mario Antonio. Teste de Co-integração de Johansen Utilizando o SAS. São Paulo: **Agricultura em São Paulo**, v.51, n.1, p.87-101, jan./jun. 2004.

MESQUITA, José Marcos de C. REIS, Antônio João dos. VEIGA, Ruben Delly. **Mercado de café**: variáveis que influenciam o preço pago ao produtor. 36º Congresso brasileiro de economia e Sociologia Rural, Poços de Caldas, Minas Gerais, 8f, agosto, 1998.

PERRON, Pierre. Trend, unit root and structural change in macroeconomic time series. In RAO, B. Bhaskara. **Cointegration for the applied economist**. New York: ST. Martin's Press, 1994. p.113-146.

Resenha – BM&F. Disponível em: <<http://www.bmf.com.br>>, 2003.

Relatório Agropecuário Mensal – BM&F. Disponível em: <<http://www.bmf.com.br>>, 2004.

Ross, Stephen A. Westerfield, Randolph W. Jordan, Bradford D. **Princípios de Administração Financeira**. (tradução Antonio Zoratto Sanvicente.) São Paulo: Ed. Atlas S.A., 1998.

SEAGRI – Secretaria de Agricultura, Irrigação e Reforma Agrária. Disponível em: <<http://www.seagri.ba.gov.br>>. Acesso em 16 de março 2003.

SOUZA, Warli Anjos de. **Determinantes da viabilidade de mercados futuros agropecuários no âmbito do Mercosul**. 1998. 136f. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1998.

TEIXEIRA, Elizete Antunes. **Análise da composição de *portfólio* em mercados futuros agropecuários: uma abordagem risco e retorno**. 2002. 94f. Dissertação (Mestrado em Administração Rural) – ESAL, Lavras, 2002.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo da efetividade do *hedge* mostra-se importante ao indicar, para os agentes envolvidos com o mercado de *commodities* agrícolas, qual a posição e o tamanho do contrato que deve ser negociado no mercado futuro, a fim de reduzir o risco da volatilidade do preço.

O presente trabalho é uma tentativa de fornecer informações sobre a eficiência da Bolsa de Mercadorias e Futuros na administração do risco de preço para as regiões baianas de Vitória da Conquista e Barreiras.

Procedeu-se a análise dos mercados futuros de café e soja em grão, com enfoque na Bolsa de Mercadorias e Futuros, com o objetivo de servir de referência para os agentes orientarem suas estratégias operacionais ao utilizarem os mercados futuros desses produtos.

Foram utilizados testes de co-integração para detectar semelhanças entre os preços praticados no mercado à vista e os preços praticados pela BM&F. Efetuaram-se cálculos da efetividade e da razão ótima de *hedge*, visando mostrar a quantidade que deve ser “hedgeada” no mercado futuro para diminuir o risco e quanto da proporção da variância da receita poderia ser eliminado pela adoção da razão ótima do *hedge*.

Os testes de co-integração indicaram que existe uma relação de longo prazo entre a BM&F e o mercado físico de Barreiras, que não se verificou no mercado físico de Vitória da Conquista.

O *hedge* mostrou-se efetivo para o mercado de café em Vitória da Conquista, e isso significa que os “hedgers” do complexo cafeeiro deveriam concentrar suas operações de *hedge* na BM&F. Todavia, em relação ao mercado da soja em Barreiras, o mesmo não se verificou. Para o complexo soja o uso do *hedge* é

indiferente, isso indica, que o risco de quem faz *hedge* com contratos futuros da BM&F para dois meses antes do vencimento do contrato é praticamente o mesmo de quem não o faz.

Conclui-se, então, que a escolha da bolsa para a realização do *hedge* depende do mercado físico e da *commodity* em estudo e que, apesar de os mercados apresentarem o relacionamento de longo prazo isso não significa que o *hedge* seja efetivo.

Como sugestão para futuros trabalhos, dentro dessa mesma linha de análise, tem-se a investigação do uso de mercados futuros e, conseqüentemente, da efetividade do *hedge* para séries de preços de diferentes vencimentos, tanto para o complexo cafeeiro quanto para o complexo soja, uma vez que estudos feitos em mercados diferentes dos utilizados neste trabalho mostram que o *hedge* brasileiro é efetivo para quase todos os municípios do país.