

**DENER HOLLANDA FILENI**

**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**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Curso de Mestrado em Administração Rural, área de concentração em Administração da Empresa Rural, para a obtenção do título de "Mestre".

Orientador

Prof. Pedro Valentim Marques

LAVRAS  
MINAS GERAIS – BRASIL  
1999

**CENTRO de DOCUMENTAÇÃO  
CEDOC/DAE/UFLA**

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da  
Biblioteca Central da UFLA**

**Fileni, Dener Hollanda**

**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 / Dener Hollanda Fileni.**

**-- Lavras : UFLA, 1999.**

**137 p. : il.**

**Orientador: Pedro Valentim Marques.**

**Dissertação (Mestrado) – UFLA.**

**Bibliografia.**

**1. Café - Agronegócio. 2. Hedge. 3. Efetividade do Hedging. 4. Base. 5. Risco de  
base. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.**

**CDD-338.17373**

**-380.141373**

**DENER HOLLANDA FILENI**

**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**

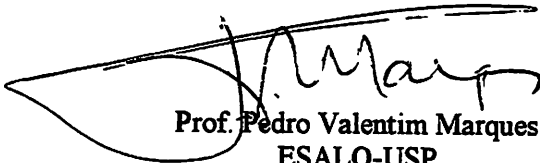
Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Administração Rural, área de concentração em Administração da Empresa Rural, para a obtenção do título de “Mestre”.

APROVADA em 16 de dezembro de 1999

Prof. José Mário Patto Guimarães UFLA

Prof. Antônio João dos Reis UFLA

Prof. Luiz Gonzaga de Castro Júnior UFLA



Prof. Pedro Valentim Marques  
ESALQ-USP  
(Orientador)

LAVRAS  
MINAS GERAIS – BRASIL

*“O tempo presente e o tempo passado  
Estão ambos talvez presentes no tempo futuro  
E o tempo futuro contido no tempo passado.  
Se todo tempo é eternamente presente  
Todo tempo é eternamente passado  
Todo tempo é irredimível.  
O que poderia ter sido é uma distração  
Que permanece, perpétua possibilidade,  
Num mundo apenas de especulação.  
O que poderia ter sido e o que foi  
Convergem para um só fim,  
que é sempre presente.  
Ecoam passos na memória  
Ao longo das galerias que não percorremos  
Em direção à porta que jamais abrimos  
Para o roseiral. Assim ecoam minhas palavras  
Em tua lembrança.”*

T.S. Eliot  
Poesia – Quatro Quartetos

*A  
Renata,  
Felipe e Diego,  
dedico.*

## **AGRADECIMENTOS**

À Universidade Federal de Lavras (UFLA), pela oportunidade para a realização deste curso.

Ao Professor Pedro Valentim Marques, pela confiança, apoio, orientação e incentivo na elaboração desta pesquisa.

Aos Professores José Mário Patto Guimarães, Antônio João dos Reis e Luiz Gonzaga de Castro Júnior, pela revisão e sugestões apresentadas.

Ao corpo docente do Departamento de Administração e Economia da Universidade Federal de Lavras (UFLA), pelos preciosos ensinamentos adquiridos durante o Curso de Mestrado.

Aos funcionários da Universidade Federal de Lavras (UFLA), pelo agradável convívio e colaboração.

Ao Departamento de Economia e Sociologia Rural da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ/USP), pela receptividade, ensinamentos e biblioteca.

À CAPES, pelo apoio financeiro que concretizou a realização desta pesquisa.

À Bolsa de Mercadorias & Futuros (BM&F), na pessoa do Sr. Felix Schouchana, pelo incentivo e fornecimento de dados.

À Bolsa de Mercadorias de Minas Gerais (Minas Bolsa), na pessoa do Sr. Luiz Gonzaga de Jesus, pela receptividade e fornecimento de dados do mercado físico.

À Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), na pessoa do Sr. Edson Marques da Silva, pela receptividade e fornecimento dos dados climáticos.

Ao Centro do Comércio de Café do Estado de Minas Gerais, na pessoa do Sr. Marcelo Silva Braga, pela receptividade e fornecimento de dados do comércio de café.

À COOPARAISO, na pessoa do Sr. Jerônimo e à COOXUPÉ, na pessoa do Sr. Lúcio, pelos esclarecimentos sobre o mercado do café.

Ao Sr. Fúlvio dos Santos (UNICAFÉ), pelos esclarecimentos sobre a exportação de café.

Ao Sr. Augusto Drummond, Presidente do CREA-MG e Sr. Paulo Teodoro de Carvalho, Diretor Administrativo do CREA-MG, pelo apoio e incentivo para o meu ingresso no Curso de Mestrado.

Ao acadêmico Hermôgenes Moura Machado, pelo constante apoio e participação na fase de processamento e análises de dados desta pesquisa e pela sua motivação ao aprendizado e competência ímpares.

Aos amigos Luis Cláudio e Ana Beatriz, do Centro de Estudos em Economia Aplicada da Fundação de Estudos Agrários "Luiz de Queiros" (CEPEA/FEALQ), pelo apoio e incentivo para o início desta pesquisa e pela receptividade, por ocasião de minhas idas à Piracicaba.

Aos colegas do Curso de Mestrado em Administração Rural da Universidade Federal de Lavras (UFLA), pelo agradável convívio e solidariedade.

Aos meus pais, Zilma e Walter, e irmãos, Carla e Renan, pelo apoio, incentivo e amizade.

À minha esposa, Renata, e aos meus filhos, Felipe e Diego, pelo incentivo, apoio, paciência, compreensão e amor dedicado durante todo o período do mestrado.

## SUMÁRIO

	<b>Página</b>
RESUMO .....	i
ABSTRACT .....	iii
1 INTRODUÇÃO .....	01
2 REFERENCIAL TEÓRICO .....	04
2.1 Os agentes do mercado futuro.....	05
2.2 A relação entre o preço futuro e o preço à vista .....	06
2.2.1 A base .....	07
2.2.2 O risco de base .....	09
2.2.2.1 Fatores relacionados ao risco de base .....	10
2.2.3 O prêmio pelo risco .....	13
2.2.4 O custo de carregamento e a taxa de conveniência .....	19
2.2.5 A oferta de armazenagem .....	20
2.2.6 A liquidez dos contratos futuros .....	26
2.3 O <i>hedging</i> e a utilidade econômica dos mercados futuros .....	28
2.4 A efetividade do <i>hedging</i> .....	33
2.4.1 A correlação entre os preços à vista e futuro .....	34
2.4.2 A razão de <i>hedge</i> de mínima variância .....	37
2.4.3 Perturbações auto-regressivas .....	39
2.4.4 Evidências empíricas da efetividade do <i>hedging</i> .....	40
2.5 Aspectos climáticos ligados à cafeicultura .....	41
2.5.1 Aptidão térmica .....	41
2.5.2 Aptidão hídrica .....	42
2.6 A base como reflexo dos fundamentos do mercado .....	43
3 MÉTODOS .....	50
3.1 Coleta e organização dos dados .....	50

3.2 Análises do <i>hedging</i> como instrumento de redução do risco de preço .....	52
3.3 Análises do <i>hedging</i> para os fatores região, vencimento, ano e duração .....	53
3.4 O modelo da base .....	55
3.4.1 Vendas do governo .....	56
3.4.2 Consumo interno .....	57
3.4.3 Produção .....	57
3.4.4 Razão de exportação .....	58
3.4.5 Taxa de conveniência .....	59
3.4.6 O prêmio pelo risco .....	61
3.4.6.1 Cenário 1: caso o preço futuro seja menor que o preço à vista para uma data futura ( $F_t < P_T$ ) .....	64
3.4.6.2 Cenário 2: caso o preço futuro seja maior que o preço à vista para uma data futura ( $F_t > P_T$ ) .....	69
3.4.6.1 Considerações sobre o cálculo do prêmio pelo risco .....	72
3.4.7 Liquidez .....	74
3.4.8 Razão de precipitação pluviométrica .....	76
3.4.9 Razão de temperatura .....	78
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES .....	82
4.1 O <i>hedging</i> como instrumento de redução do risco de preço .....	86
4.2 O comportamento do <i>hedging</i> frente aos fatores região, vencimento, ano e duração .....	87
4.3 Resultados do modelo empírico da base .....	95
4.3.1 Discussão dos resultados para o Triângulo Mineiro, Alto Paranaíba e Sul de Minas Gerais .....	101
4.3.2 Discussão dos resultados para a Zona da Mata .....	104



4.3.3 Comentários gerais sobre o modelo .....	105
5 CONCLUSÕES .....	107
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	110
ANEXOS .....	116

## RESUMO

FILENI, Dener Hollanda. **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. 137p. (Dissertação – Mestrado em Administração Rural)\*

O objetivo deste estudo foi avaliar a performance do contrato futuro cambial de café, negociado pela Bolsa de Mercadorias & Futuros (BM&F), para o *hedging* no estado de Minas Gerais, Brasil. O *hedging* foi medido pela sua habilidade em reduzir o risco de preço de manter uma posição à vista. Também foi avaliada a utilidade do contrato futuro para conduzir os inventários de café, facilitando as decisões de compra e venda. Para avaliar o potencial de redução de risco, considerou-se que os *hedgers* poderiam assumir uma posição futura igual à posição à vista ou, alternativamente, os *hedgers* poderiam utilizar o modelo de carteira de investimento para assumir uma posição de mínimo risco. Deste modo, o risco de base, o risco de preço à vista, a efetividade do *hedging* e a razão de *hedge* de mínimo risco foram utilizados para analisar o *hedging* no mercado de café, considerando os seguintes fatores: o mercado local, o mês de vencimento do contrato, o ano e a duração do *hedging*. Para avaliar a utilidade do contrato futuro em alocar inventários, a base mensal foi modelada em função dos fatores de oferta e demanda, taxa de conveniência, prêmio pelo risco, liquidez e condições climáticas. Ao todo, nove variáveis foram usadas para explicar a base do café nos seguintes mercados: Triângulo Mineiro, Alto Paranaíba, Zona da Mata e Sul de Minas. Os resultados apontaram que o risco de base foi significativamente inferior ao risco de preço à vista, demonstrando a habilidade do *hedging* como redutor de risco. O *hedging* pelo modelo de carteira foi também efetivo para reduzir a variabilidade dos preços, sendo a razão de *hedge* de mínima variância usualmente menor do que um. De acordo com os fatores em análise, um maior nível de risco de base foi observado para os vencimentos de julho e setembro, indicando maiores riscos para o *hedging* de antecipação. A efetividade do *hedging* foi menor para a região da Zona da Mata e para o período de duração de seis meses; também foram observados maiores níveis de efetividade para o vencimento de março e um aumento da efetividade nos anos recentes. Os resultados do modelo econométrico da base mostraram que uma grande parte da variabilidade do valor da base foi explicada pelas

---

\* Comitê Orientador: Pedro Valentim Marques – ESALQ-USP (Orientador), José Mário Patto Guimarães - UFLA

variáveis independentes, dando suporte para a teoria do armazenamento e para a utilidade do mercado futuro do café no Brasil. O modelo se ajustou melhor para os mercados de café do Triângulo Mineiro, Alto Paranaíba e Sul de Minas. Para o mercado da Zona da Mata, o modelo mostrou uma capacidade inferior para explicar a base do café. Como conclusão final, o contrato futuro negociado pela Bolsa de Mercadorias & Futuros (BM&F) foi considerado eficiente para reduzir o risco de preço para o agronegócio do café em Minas Gerais, tendo ainda o mercado futuro fornecido uma base real para conduzir o armazenamento, facilitando as decisões de compra e venda.

## ABSTRACT

**FILENI, Dener Hollanda. The basis risk, the hedging effectiveness and a model to basis estimative: a contribution to coffee agribusiness in Minas Gerais. Lavras: UFLA, 1999. 137p. (Dissertation – Master Program in Rural Management)\***

The focus of this study was the evaluation of the performance of coffee future contract from the Brazilian Futures Exchange (BM&F) for hedging in Minas Gerais State, Brazil. The hedging was measured by its ability to reduce the price risk of holding a cash position. Also, the usefulness of future contract to perform coffee inventories, facilitating the decisions on buying or selling such goods was evaluated. To evaluate the potential of risk reduction it was considered that the hedgers could assume a future position equal to their spot position or, alternatively, that the hedgers could use a portfolio model to assume a minimum-risk position. So, the basis risk, the price risk, the hedging effectiveness and the minimum-risk hedge ratio were used to analyze the hedging in coffee market, considering the following factors: the local market, the contract maturity month, the year and the hedging duration. To evaluate the utility of future contract to allocate inventories, the monthly basis was modeled as a function of supply and demand factors, convenience yield, risk premium, liquidity and climate conditions. Altogether, nine variables were used to explain the coffee basis in the following markets: Triângulo Mineiro, Alto Paranaíba, Zona da Mata and Sul de Minas. The results pointed out that the basis risk was significantly smaller than the price risk, demonstrating the hedging ability as a risk reducer. The hedging by the portfolio model was also effective at reducing the prices variability, the minimum-variance hedge ratio usually being lower than one. According to the factors in analysis, a higher level of basis risk was observed for the July and September maturity, indicating larger risks for the anticipatory hedging. The hedging effectiveness was lower for the Zona da Mata market as well as for six-month duration. Also, higher levels of effectiveness for the March maturity and an increase of effectiveness in recent years were observed. The results of the econometric model of the basis showed that a great part of variability of the basis value was explained by the independent variables, thus supporting the theory of storage and the usefulness of the coffee future market in Brazil. The model best fitted for the coffee markets of Triângulo

---

\* Guidance Committee: Pedro Valentim Marques – ESALQ/USP (Adviser Professor), José Mário Patto Guimarães - UFLA

**Mineiro, Alto Paranaíba and Sul de Minas. For the market of Zona da Mata the model showed an inferior capacity to explain coffee basis. As a final conclusion, the future contract traded by the Brazilian Futures Exchange (BM&F) was considered efficient at reducing the price risk for the coffee agribusiness in Minas Gerais, as well as, the future market provided a real basis for conducting the storage, facilitating the buying or selling decisions.**

# 1 INTRODUÇÃO

Minas Gerais oferece condições bastante favoráveis para o crescimento e consolidação da prática de negociação de contratos futuros agropecuários. Em primeiro lugar, porque é um dos maiores produtores e exportadores de mercadorias agrícolas, como é o caso do café, soja, milho, boi gordo, entre outros. Em segundo lugar, porque possui um sistema agroindustrial organizado, composto por um conjunto de pessoas e empresas que formam um corpo empresarial treinado e eficiente, acostumado com os riscos de mercado e capaz de enfrentar os mais diversos desafios. Em terceiro lugar, o estado possui grandes extensões de terras agricultáveis, inclusive reservas ainda não exploradas, com disponibilidade de água e outros recursos, agregando uma série de vantagens comparativas para produção de mercadorias agrícolas, especialmente o café.

Por sua vez, 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 (operação tecnicamente conhecida como *hedge*). Deste modo, o mercado futuro constitui uma importante ferramenta administrativa para o gerenciamento de risco e competitividade das empresas. Entretanto, o volume de contratos futuros agropecuários negociado pela Bolsa de Mercadorias & Futuros (BM&F) é considerado pequeno. Acredita-se que a falta de conhecimento operacional e as incertezas em relação ao comportamento relativo dos preços futuro e à vista contribuam para a pequena participação do mercado futuro durante a comercialização agrícola.

Quanto maior a relação entre os mercados futuro e físico, maior a capacidade dos contratos futuros atuarem como instrumento de redução de risco

de preço, conferindo maior confiança às operações de *hedge*. Questões ligadas a efetividade do *hedging* como instrumento de redução do risco de preço e ao comportamento relativo dos preços no mercado à vista e futuro, constituem indagações para serem investigadas.

Diante do exposto, o objetivo geral desta pesquisa foi avaliar o contrato futuro cambial de café, negociado pela Bolsa de Mercadorias & Futuros (BM&F), como instrumento de controle de risco para o agronegócio do café e analisar o comportamento relativo dos preços nos mercados à vista e futuro para as principais regiões produtoras em Minas Gerais. As regiões em estudo foram o Triângulo Mineiro, o Alto Paranaíba, a Zona da Mata e o Sul de Minas.

Mais especificamente, a pesquisa procurou:

- a) avaliar comparativamente os níveis de risco entre o mercado físico e o mercado futuro para uma posição de *hedge*;
- b) avaliar comparativamente o risco de base, o risco de preço à vista, a efetividade do *hedging* e a razão de *hedge* de mínima variância, entre as regiões, meses de vencimento do contrato, anos e períodos de duração do *hedge*;
- c) modelar o valor da base em função das variáveis dos mercados físico e futuro, verificando a capacidade da base em explicar os aspectos econômicos do agronegócio do café e de fornecer informações facilitadoras para a tomada de decisões de comercialização e armazenamento da mercadoria.

Para alcançar os objetivos propostos, inicialmente são apresentados os agentes que participam das operações no mercado de futuro, seguindo-se uma explicação sobre a determinação da base e a importância do risco de base nas operações de *hedge*. Após estas considerações, a relação entre o preço futuro e à vista é explorada a partir do prêmio pelo risco, evoluindo cronologicamente e abordando os conceitos de custo de carregamento, taxa de conveniência, oferta

de armazenagem e liquidez do mercado futuro. Em seguida, é explorada a visão do *hedging* com o propósito de maximizar o lucro das empresas e não simplesmente como um redutor de risco. A maximização do lucro ou a redução do risco são combinadas com a aplicação da teoria da carteira de investimentos, resultando em um modelo de avaliação da efetividade do *hedging*. Algumas considerações sobre os aspectos climáticos que influenciam na cafeicultura são abordados e, finalmente, o valor da base é explorado como reflexo dos fundamentos do mercado.

Concluídos os fundamentos teóricos, a avaliação empírica do mercado futuro do café segue por dois caminhos. O primeiro busca quantificar o risco de base, o risco de preço, a efetividade do *hedging* e a razão de hedge de mínimo risco, agrupados em função das regiões em estudo, dos meses de vencimento do contrato, dos anos observados e dos períodos de duração propostos para o *hedge*, seguindo uma avaliação estatística dos resultados encontrados. O segundo verifica se a variação do valor da base reflete os fundamentos do mercado por meio de uma modelagem econométrica.



## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

Com a crescente liberalização econômica em escala mundial, o agronegócio do café passou a concorrer livremente com outros países produtores e a atuar de maneira autônoma em relação ao mercado. Esta característica da globalização resultou em uma convivência mais intrínseca dos agentes do agronegócio com os riscos envolvidos na atividade.

Conforme relatou Barros (1997), o fenômeno da globalização reduz a capacidade dos governos em implementar programas autônomos em suas economias, tendo como consequência a redução de medidas intervencionistas, pressionando à desvinculação da economia agrícola da dependência do setor público e obrigando o setor privado a buscar no mercado formas de financiamento e gerenciamento de riscos.

Para Schouchana (1995), os instrumentos de Aquisição do Governo Federal (AGF) e Empréstimo do Governo Federal (EGF), somados às constantes intervenções do governo no mercado agrícola, inibiam o desenvolvimento de um mercado futuro no Brasil. O governo, agindo como o grande comprador da produção agrícola e fixando os preços mínimos, eliminava do mercado o componente de risco associado ao preço. A partir dos anos 1990, com a intensificação da crise fiscal, o governo não mais dispunha de recursos para atuar como agente regulador de preços, possibilitando o desenvolvimento dos mercados futuros.

Segundo Marques (1997), os mercados agrícolas estão sujeitos basicamente a dois níveis de risco: o risco de produção e o risco de preço. Quanto ao primeiro, os produtores tradicionalmente utilizam os seguros agrícolas e o uso de tecnologias adequadas como forma de se precaver das intempéries climáticas, pragas, doenças, entre outros fatores associados a

quebras de safras. Quanto ao risco de preço, os contratos futuros constituem uma opção viável para o gerenciamento de risco.

Apesar do potencial de negócios do mercado futuro agrícola, para Cintra Neto (1997) os contratos agropecuários representam pequeno percentual frente aos negócios realizados pela Bolsa de Mercadorias & Futuros (BM&F), respondendo por menos de 2% do volume total negociado. Entretanto, Martines Filho e Irwin (1999) relataram que o volume negociado aumentou desde a implantação do Plano Real em 1994 a uma taxa anual de aproximadamente 44%, verificando-se que a taxa de crescimento para os contratos de café transacionados em 1998 na BM&F foi de 73% em relação ao ano de 1997.

## 2.1 Os agentes do mercado futuro

Entre os agentes que participam das negociações de contratos futuros destacam-se os *hedgers*, os especuladores e os arbitradores.

*Hedgers* são os agentes de mercado que têm interesse direto na mercadoria objeto do contrato futuro. Mais especificamente, os *hedgers* do café são os agentes participantes do agronegócio do café, como produtores, cooperativas, torrefadoras, exportadores, atacadistas, entre outros.

Segundo a *Commodity Futures Trading Commission* (CFTC 1997), a operação de *hedge* ou o *hedging* refere-se à tomada de uma posição no mercado futuro oposta à posição mantida no mercado à vista para minimizar o risco de perdas financeiras causadas por movimentos adversos nos preços, ou ainda a compra ou venda de futuros como um substituto temporário para uma transação à vista que ocorrerá depois.

A negociação dos contratos nas bolsas de futuro ocorre na presença de especuladores dispostos a assumir riscos na esperança de movimentos favoráveis de preço. Conforme Forbes (1994), a participação dos especuladores é

fundamental para o bom funcionamento dos mercados futuros uma vez que, estando em maior número, os especuladores assumem um maior volume de posições compradas ou vendidas, possibilitando a transferência do risco de preço dos *hedgers* para o mercado e conferindo liquidez para que os *hedgers* possam negociar com baixo custo. A presença de muitos compradores e vendedores evita movimentos extremos de preço, reduzindo a sua volatilidade.

Os arbitradores efetuam transações conjuntas entre dois ativos ou entre dois mercados buscando realizar um lucro seguro. De acordo com Hull (1995), os arbitradores realizam transações conjuntas entre os mercados físico e futuro e, caso o diferencial de preço seja elevado, assumem posição oposta ganhando a diferença. A ação dos arbitradores permite a correspondência entre os preços futuro e à vista.

## **2.2 A relação entre o preço futuro e o preço à vista**

Para a tomada de decisão de comercialização, conforme Leuthold, Junkus e Cordier (1989), os agentes do agronegócio buscam informações das condições atuais do mercado, como também das condições futuras esperadas. A participação simultânea dos agentes nos mercados futuro e físico garante um determinado grau de correspondência entre os preços à vista e futuro, imprimindo uma equivalência de preços.

Souza (1994) verificou o desempenho dos contratos de café negociados pela Bolsa de Mercadorias & Futuros entre março de 1989 e dezembro de 1993, sob a ótica da previsibilidade do preço futuro a partir do preço disponível. Os resultados mostraram que os preços futuros foram eficientes estimativas do preço à vista esperado para uma data futura, com antecipação de até dois meses.

Para um bom entendimento da relação entre os preços é fundamental analisar o comportamento relativo entre o preço futuro e à vista, ou seja, a base.

Por sua vez, o preço relativo está associado às características econômicas da negociação conjunta. Deste modo, o prêmio pelo risco, o custo de carregamento, a taxa de conveniência, a teoria da oferta de armazenagem e a liquidez serão abordados para a compreensão do valor da base e sua importância na negociação futura.

### 2.2.1 A base

Conforme descreveu Kolb (1991), a base geralmente é expressa pela diferença entre os preços no mercado local e o preço futuro para um determinado mês de vencimento,

$$\text{Base} = \text{preço à vista local} - \text{preço futuro} \quad (1)$$

Uma vez que a base depende do preço local, o seu valor varia conforme a localidade. Kolb (1991), considerando que o contrato futuro descreve uma mercadoria padrão com entrega em uma determinada praça e com um respectivo prazo de vencimento, argumentou que os diferentes valores das bases entre as localidades são consequência das diferenças na qualidade da mercadoria, na distância entre os mercados e do mês de vencimento do contrato futuro em questão.

Alternativamente, a base pode ser expressa como a diferença entre o preço futuro e o preço à vista, conforme descreveu Hull (1995). Na literatura encontram-se ainda outras definições para a determinação do valor da base, como por exemplo, Liu et al. (1994), Baum e Barkoulas (1996) e Garcia e Sanders (1996), que determinaram o valor da base como a diferença entre os logaritmos dos preços futuro e à vista.

A importância do valor da base nas operações de *hedge* foi ilustrada por Leuthold, Junkus e Cordier (1989) considerando o início e o encerramento do *hedge*. No início a base foi dada por:

$$B_t = P_t - F_t \quad (2)$$

sendo  $P$  o preço à vista,  $F$  o preço futuro,  $B$  a base e  $t$  o momento atual ou início do *hedge*.

No encerramento do *hedge*, a base foi representada por:

$$B_T = P_T - F_T \quad (3)$$

sendo  $T$  um momento futuro ou a data de encerramento do *hedge*.

Os autores demonstraram que a mudança no valor da base entre o início e o encerramento de *hedge* representa o resultado da operação *hedge* ( $R_h$ ) ou seja:

$$R_h = (P_T - P_t) + (F_t - F_T) \quad (4)$$

$$R_h = (P_T - F_T) - (P_t - F_t) \quad (5)$$

$$R_h = B_T - B_t = \Delta B \quad (6)$$

sendo  $\Delta B$  a mudança no valor de base no período  $t, T$ .

A observação da equação (6) permite considerar que o sentido da mudança do valor da base pode ser positivo ou negativo. O termo fortalecimento da base é utilizado quando  $\Delta B$  é positivo e enfraquecimento da base quando  $\Delta B$  é negativo.

Purcell (1991) citou alguns fatores relacionados ao enfraquecimento da base: bom tempo durante a colheita, grandes colheitas em outros países, grande

oferta de estoques, capacidade inadequada de armazenamento na região, pequena participação do governo em programas de suporte de preço, deficiências no transporte local e produtores com necessidades financeiras imediatas.

### 2.2.2 O risco de base

Para demonstrar a importância do risco de base na negociação futura, Marshall (1989) considerou que no momento de decisão do *hedge* o valor  $B_T$  é apenas um valor esperado. Deste modo, o valor da base no vencimento foi representado contemplando sua esperança matemática:

$$E_t(B_T) = E_t(P_T) - E_t(F_T) \quad (7)$$

sendo  $E_t$  a notação para o valor esperado no instante  $t$ .

Também foi considerado que o valor efetivo recebido pela mercadoria é dado pelo preço do ativo à vista mais o retorno com a posição futura, ou seja:

$$Ve = E_t(P_T) + [F_t - E_t(F_T)] \quad (8)$$

sendo  $Ve$  o valor efetivo da mercadoria.

Associando a equação (7) à (8), verifica-se que o valor efetivo a ser recebido, assumindo uma posição futura, é dado por:

$$Ve = F_t + E_t(B_T) \quad (9)$$

Pela equação (9) observa-se que o risco do *hedge* está associado ao risco da base, uma vez que, no momento da decisão de *hedge*, a variação do valor

efetivo a ser recebido pelo ativo está condicionada à variação da base no encerramento do *hedge*. Deste modo, Marshall (1989) definiu o risco de base como a variância da base no momento em que o *hedge* é encerrado, de acordo com a percepção do risco no momento em que ele é iniciado.

### 2.2.2.1 Fatores relacionados ao risco de base

Alguns fatores relacionados ao risco de base foram observados na literatura consultada. Williams (1986) argumentou que durante o período de *hedge* ocorre uma natural convergência entre os preços à vista e futuro, dada pela redução dos custos de carregamento da mercadoria no tempo, a qual mede os custos de armazenagem mais os juros pagos para financiar o ativo. Deste modo, é importante desvincular os movimentos de convergência dos preços das variações imprevisíveis da base, sendo estas variações imprevisíveis o verdadeiro componente do risco de base.

Conforme citou Netz (1996), o risco de base varia entre os mercados porque o tipo e qualidade da mercadoria local podem diferir daquele especificado no contrato futuro. Varia no tempo porque a chegada de novas informações durante o período de duração do *hedge* pode alterar as expectativas iniciais e varia através do tempo e localidade porque choques aleatórios em cada período podem afetar o mercado local e o mercado nacional diferentemente.

Milonas (1986) citou que o efeito do ano, o efeito do mês e o efeito do mês de vencimento podem representar importantes fontes de variabilidade entre os preços. O efeito do ano refere-se à variabilidade introduzida ano a ano por choques aleatórios, como condições climáticas e mudanças políticas. O efeito do mês refere-se à sazonalidade da demanda e da oferta da mercadoria dentro do ano. Por exemplo, muitas mercadorias agrícolas sofrem um aumento na volatilidade dos preços durante o verão em função das mudanças climáticas e

expectativas de oferta. O efeito do mês de vencimento do contrato relaciona-se ao período do ano em que ocorre o vencimento, sendo que para os contratos agrícolas, por exemplo, espera-se um aumento da volatilidade no período imediatamente anterior a colheita.

Entre as causas naturais para a existência do risco de base, Hull (1995) citou os desequilíbrios entre a oferta e a procura das mercadorias agrícolas, as dificuldades associadas ao armazenamento, a diferença de tempo entre o encerramento do *hedge* e o mês de vencimento do contrato e as diferenças entre o ativo objeto do contrato futuro e o ativo no mercado físico.

O risco de base pode estar associada ao efeito da maturidade, o qual, de acordo com Galloway e Kolb (1996), refere-se à convergência entre os preços à vista e futuro, próximo ao vencimento, devido às forças competitivas do mercado, fazendo com que o preço futuro próximo do vencimento reaja mais intensamente às novas informações, quando comparados aos contratos mais distantes.

As evidências empíricas da hipótese da maturidade são mistas. Castelino e Francis (1982) encontraram fortes indicações de que a volatilidade das mudanças da base declinou com a maturidade do contrato, sendo interpretado que o aumento das informações no mercado, próximo ao vencimento, influencia de modo semelhante os preços futuro e à vista. Deste modo, o contrato futuro próximo ao vencimento foi o mais indicado para a redução do risco.

Garcia, Leuthold e Sarhan (1984) modelaram o risco de base residual definido como a variância do componente aleatório da base, sendo o efeito da maturidade não significativo para ativos não armazenáveis.

Milonas (1986) encontrou evidências empíricas, dando suporte à maturidade, para 10 entre 11 *commodities* analisadas, enquanto Galloway e Kolb (1996) encontraram evidências da maturidade para os contratos agrícolas e de energia, mas não para os contratos financeiros e de metais, sugerindo que a



sazonalidade da demanda ou da oferta da mercadoria está relacionada à maturidade. Ambos os modelos utilizaram dados diários e variâncias mensais, supondo ser um bom período de tempo para definir um preço de equilíbrio de mercado.

Outro determinante do risco de base constitui a característica ou o desenho do contrato futuro. De modo geral, as bolsas procuram um desenho de contrato que seja atrativo ao mercado. Para Lazzarini (1997), as bolsas devem procurar estabelecer mercados em grande escala, direcionando seus contratos à organização de maior porte.

Um exemplo de sucesso na negociação futura pode ser dado pelas alterações contratuais para o mercado futuro do boi gordo na Bolsa de Mercadorias & Futuros (BM&F), onde os problemas com a entrega física foram eliminados com a introdução da liquidação financeira. O impacto dessas alterações foi avaliado por Rochelle (1997), verificando que a liquidação financeira proporcionou uma significativa redução do risco de base.

Verifica-se que o risco de base está associado às características dos mercados físico e futuro, sendo que as novas informações desempenham um importante papel na negociação futura. As informações disponíveis contêm os elementos fundamentais para a formação do preço nos mercados, enquanto as incertezas geradas pelo processo de ajuste de preço são determinantes para a existência do risco de base. Por sua vez, a observação de fatores que interferem na determinação do risco de base propiciam aos agentes de comercialização parâmetros para a avaliação do risco do *hedge*.

### 2.2.3 O prêmio pelo risco

Considerando que o preço à vista nos mercados competitivos é dado pelas condições de oferta e demanda existentes, enquanto o preço futuro é dado em função da oferta e demanda esperada e considerando que os especuladores sejam racionais, ou seja, processam eficientemente as informações do mercado de tal forma que suas expectativas de preço à vista para uma data futura sejam realizadas, sendo os erros distribuídos normalmente ao redor da média, Keynes (1930), posteriormente revisado por Hicks (1946), argumentou que, caso os *hedgers* estejam nos mercados futuros com posição vendida em sua maioria, o preço à vista esperado para uma data futura pode exceder o preço futuro, fazendo com que os especuladores assumam posições compradas. A diferença entre o preço à vista esperado para uma data futura e o preço futuro constitui um prêmio que os *hedgers* estariam dispostos a transferir para os especuladores com o propósito de evitar o risco. Esta condição de mercado, em que o preço à vista esperado é maior que o preço futuro, foi denominada *normal backwardation*.

Conforme descreveu Marshall (1989), o prêmio pelo risco é representado por:

$$F_t - E_t[P_T] < 0 \quad (10)$$

$$PR = E_t[P_T] - F_t \quad \text{em que} \quad PR > 0 \quad (11)$$

sendo  $PR$  o prêmio pelo risco.

De acordo com Keynes (1930), o prêmio pelo risco ocorre tanto nos mercados em *backwardation* como em *contango*. Uma situação de *backwardation* ou mercado invertido ocorre quando o preço à vista no presente se encontra acima do preço futuro. Segundo o mesmo autor, uma situação de mercado invertido pode ser observada quando ocorre escassez temporária de

oferta, oferecendo condições para que o preço à vista supere o preço futuro pela quantia que o comprador estaria disposto a pagar ao invés de postergar sua compra. Mas a oferta escassa não foi a única condição considerada para que o mercado estivesse invertido, pois nos casos de produção contínua, com oferta e demanda equilibradas, o preço à vista deve exceder o preço futuro pelo montante que o *hedger* estaria disposto a pagar para evitar o risco de flutuação de preço.

Por outro lado, Keynes (1930) citou que os preços futuros podem estar acima dos preços à vista, situação de *contango* ou mercado normal. Por exemplo, considerando a alta volatilidade dos preços agrícolas em função da inelasticidade da oferta e, ainda, considerando que não há escassez de estoque capaz de pressionar uma elevação dos preços à vista, o período de colheita caracteriza-se como um período de preços deprimidos, ocorrendo posteriormente uma natural elevação dos preços, fazendo com que o preço futuro após a colheita seja superior ao preço à vista durante a colheita. Esta diferença deve ser igual aos custos de armazenagem, depreciações e taxas de juros do carregamento dos estoques. Ainda de acordo com o mesmo autor, o mercado em *contango* não implica na negociação de contratos futuros pelos *hedgers* sem o usual pagamento de um prêmio. Pelo contrário, as incertezas adicionais introduzidas pela existência de estoques implicam em um prêmio pelo risco ainda maior, ou seja, o preço futuro cotado, embora acima do preço à vista presente, deve estar abaixo do preço à vista esperado para uma data futura, pelo montante correspondente a *normal backwardation*.

Conforme citou Duffie (1989), na visão moderna do prêmio pelo risco o preço à vista e o preço futuro são coincidentes no vencimento, ou seja,  $F_T = P_T$ . Portanto, a esperança dos preços futuro e à vista é igual na aquisição do contrato, ou seja,  $E_t[F_T] = E_t[P_T]$ . Deste modo, o prêmio pelo risco é representado por:

$$PR = E_t[F_T] - F_t \quad (12)$$

Conforme Marshall (1989), as definições de mercado normal e mercado invertido estão diretamente relacionadas com o valor da base; em uma situação de mercado normal a base é negativa, enquanto que em uma situação de mercado invertido a base é positiva.

O prêmio pelo risco foi representado por Marshall (1989), tanto para o mercado normal como para o mercado invertido, conforme representado nas Figuras 1 e 2.

A Figura 1 apresenta uma situação de mercado normal ( $F_t > P_t$ ) com o valor da *normal backwardation* caracterizado pela relação entre os preços à vista esperado para uma data futura ( $E_t[P_T]$ ) e o preço futuro corrente ( $F_t$ ). Considerando que  $F_t < E_t[P_T]$ , então o prêmio pelo risco é positivo e a posição líquida dos especuladores é de compra. Percebe-se que o valor do prêmio vai se reduzindo conforme se aproxima a maturidade do contrato.

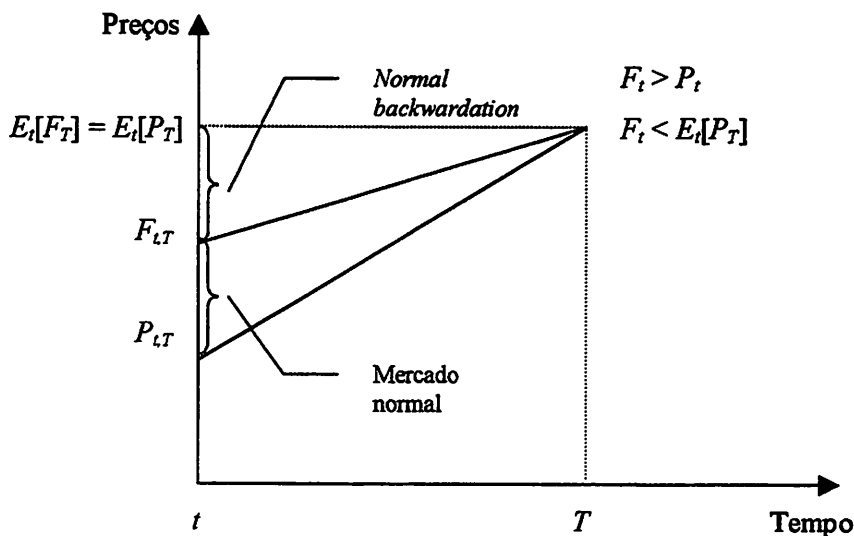
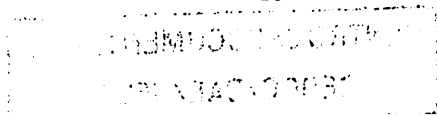


FIGURA 1 A *normal backwardation* para o mercado normal e especuladores com posição líquida de compra.

Fonte: Adaptado de Marshall (1989).



A Figura 2 apresenta uma situação de mercado invertido ( $F_t < P_t$ ) com o valor da *normal backwardation* caracterizado pela relação entre os preços à vista esperado para uma data futura ( $E_t[P_T]$ ) e o preço futuro corrente ( $F_t$ ). Considerando que  $F_t < E_t[P_T]$ , então o prêmio pelo risco é positivo e a posição líquida dos especuladores é de compra. Percebe-se que o valor do prêmio vai se reduzindo conforme se aproxima a maturidade do contrato.

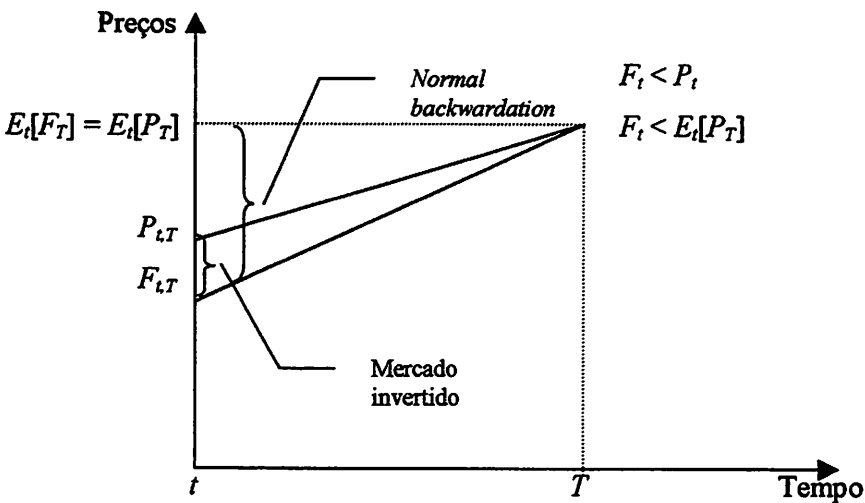


FIGURA 2 A *normal backwardation* para o mercado invertido e especuladores com posição líquida de compra.

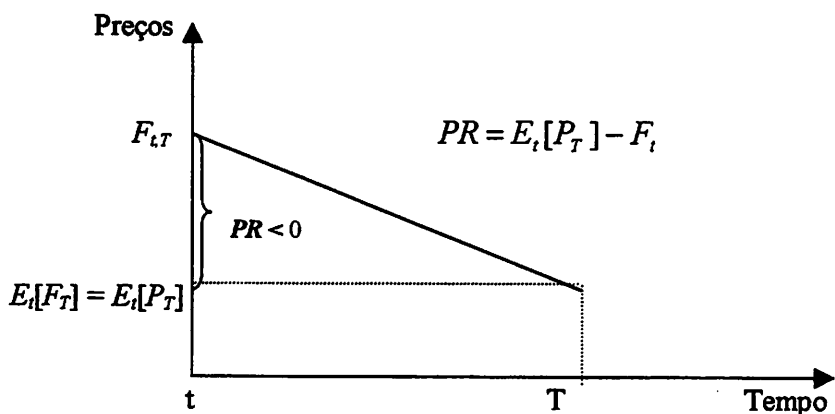
Fonte: Adaptado de Marshall (1989).

As Figuras 1 e 2 caracterizam a proposição original da teoria da *normal backwardation* e se aplicam à uma situação em que os *hedgers* estão com posição líquida de venda e os especuladores com posição líquida de compra, sendo o valor do prêmio pelo risco positivo. Entretanto, conforme Marshall (1989), a visão moderna da teoria se aplica também ao caso em que os especuladores estão com posição líquida de venda, caso em que o prêmio pelo risco assume um valor negativo, ou seja,

$$F_t - E_t[P_T] > 0 \quad (13)$$

$$PR = E_t[P_T] - F_t, \quad \text{sendo } PR < 0 \quad (14)$$

A Figura 3 apresenta uma situação em que o preço à vista esperado para uma data futura é menor que o preço futuro ( $F_t > E_t[P_T]$ ). Assim sendo, os especuladores estariam com posição líquida de venda, sendo o valor do prêmio pelo risco negativo ( $PR < 0$ ).



**FIGURA 3** O prêmio pelo risco quando os especuladores estão com posição líquida de venda.

Fonte: Adaptado de Marshall (1989).

As evidências empíricas sobre a teoria da *normal backwardation* são controvertidas. Inúmeros trabalhos apresentam resultados contraditórios, conforme listado por Kolb (1991) que citou as dificuldades para a observação da teoria devido ao fato dos retornos futuros estarem muito próximos de zero, impedindo o aparecimento de diferenças significativas.

#### 2.2.4 O custo de carregamento e a taxa de conveniência

Além do prêmio pelo risco, outras variáveis são importantes para a compreensão da relação de preços nos mercados futuro e à vista. Kaldor (1939) expandiu o conceito de preço futuro acrescentando uma taxa de conveniência (*convenience yield*). A taxa de conveniência dos estoques foi descrita por uma



função decrescente do nível de estoques. Quando a oferta da mercadoria é baixa, o valor marginal de conveniência pode exceder o custo marginal dos estoques, forçando uma situação de mercado invertido.

O argumento proposto por Kaldor (1939) fundamentou-se no fato das empresas processadoras necessitarem manter estoques para garantir a continuidade do processo de produção, como também, que as empresas armazenadoras podem conseguir vantagens comerciais possuindo grandes estoques.

Considerando a possibilidade de uma taxa de conveniência para uma mercadoria armazenável a ser negociada em uma data futura, o preço futuro foi representado, por Edwards e Ma (1992), como o preço à vista atual mais o custo de carregamento por unidade do ativo, ou seja, as despesas de armazenamento, manuseio, seguro, depreciações, taxas de juros, entre outras, menos uma taxa de conveniência. Deste modo, o preço futuro foi expresso pela seguinte equação:

$$F_t = P_t + C_{t,T} - Q_{t,T} , \quad (15)$$

sendo  $C$  o custo de carregamento e  $Q$  o valor de conveniência.

### 2.2.5 A oferta de armazenagem

Para Holbrook Working, a visão de especuladores dispostos a oferecer um preço futuro seguro aos *hedgers* em função do prêmio pelo risco não foi suficiente para explicar as diferenças de preço. Explorando a idéia da oferta de armazenagem, disponível e esperada, como fator determinante para explicar o comportamento dos preços, Working (1948) observou que o custo de carregamento dos estoques, definido como a diferença entre o preço à vista e o preço futuro, constitui confiável indicador da oferta corrente de armazenagem.

Para as situações em que o preço à vista for menor que o preço futuro, a oferta de armazenagem é elevada, pois o armazenador pode comprar e armazenar a mercadoria e, simultaneamente, assumir uma posição vendida no mercado futuro, fixando assim um retorno satisfatório para sua atividade. Por outro lado, nas situações em que o preço à vista for maior que o preço futuro, a oferta de armazenagem é reduzida, entretanto, permanece devido ao valor de conveniência dos estoques, indicando a continuidade da prática do *hedging*, mesmo nas situações de mercado invertido.

Em “A Teoria do Preço de Armazenagem”, Working (1949) explorou a relação intertemporal de preços em função da oferta de estoques, relacionando o preço entre dois períodos ao custo de carregamento e valor de conveniência. Em uma situação de mercado normal, grande parte do armazenamento pode ser explicada pelo retorno seguro oferecido pelo diferencial de preços. Nos casos de mercado invertido em que o retorno pelo armazenamento é negativo, a função de armazenagem tende a se reduzir ou liberar estoques excedentes. Deste modo, considerando que uma situação de mercado invertido é dada pela oferta relativamente escassa da mercadoria, os mercados futuros passam a atuar como elemento facilitador da distribuição da oferta no tempo.

Modelando a oferta de armazenagem, Brennam (1958) definiu o custo marginal líquido do estoque como as despesas marginais do armazenamento para um dado nível de estoque mais um prêmio marginal pelo risco menos um valor marginal de conveniência dos estoques. As despesas marginais com o estoque foram consideradas constantes, pelo menos até atingirem o nível de capacidade do armazém. O prêmio marginal pelo risco foi considerado constante ou ainda, mais provavelmente, uma função crescente do nível de estoques. Por fim, a taxa marginal de conveniência foi considerada igual a zero para níveis elevados de estoques, ou positiva para baixos níveis de estoques, sendo

negativamente inclinada à medida que os estoques se elevam. Deste modo, o custo marginal líquido do estoque foi expresso por:

$$m_i'(X_i) = o_i'(X_i) + r_i'(X_i) - q_i'(X_i), \quad (16)$$

sendo,  $X_i$  a quantidade de estoque mantida no período,  $m_i'(X_i)$  o custo marginal líquido no período,  $o_i'(X_i)$  as despesas marginais com o estoque,  $r_i'(X_i)$  o prêmio marginal pelo risco, e  $q_i'(X_i)$  a taxa marginal de conveniência.

A Figura 4 representa graficamente o custo marginal do armazenamento e seus três componentes.

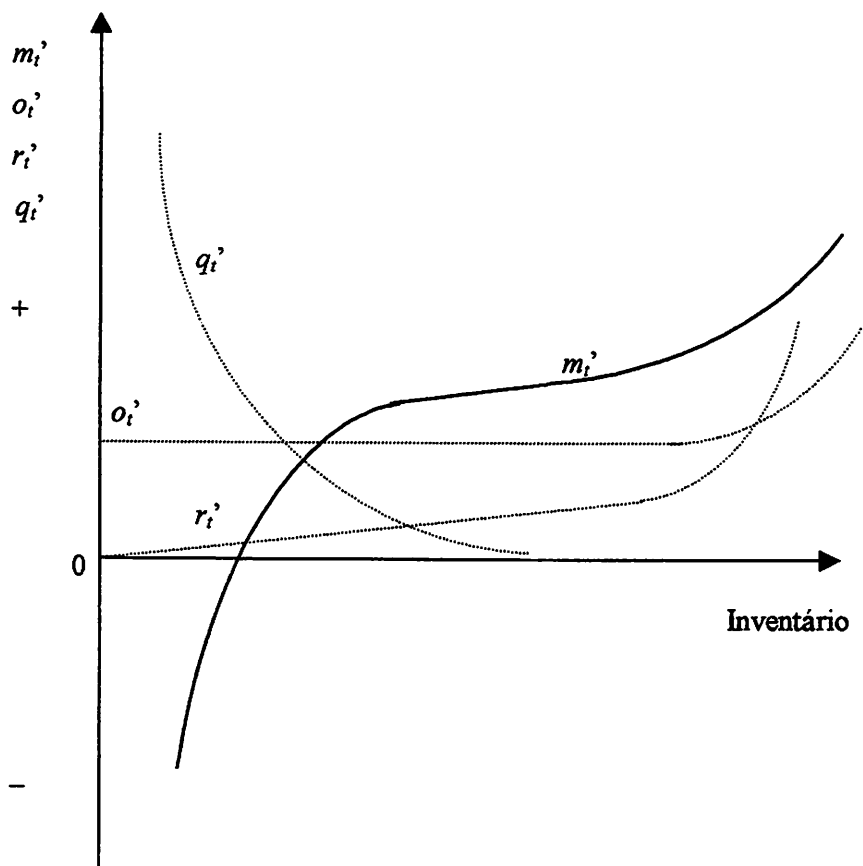


FIGURA 4 A curva de oferta de armazenagem.

Fonte: Adaptado de Brennan (1958).

Conforme Brennan (1958), em um mercado competitivo a empresa busca maximizar seus retornos com o armazenamento, mantendo os estoques no nível em que o custo marginal líquido do estoque seja igual ao retorno marginal. O retorno marginal do armazenamento foi definido como a diferença entre o preço futuro esperado e o preço à vista, ou seja:

$$u'_t = E[P_T] - P_t, \quad (17)$$

$$u'_t = m'_t, \quad (18)$$

sendo  $u'_t$  o retorno marginal,  $E[P_T]$  o preço futuro esperado e  $P_t$  o preço à vista.

Pela equação (17) observa-se que o retorno marginal dos estoques foi definido como um diferencial de preços. Supondo que o preço futuro esperado seja o mesmo para todo o mercado, como, por exemplo, o preço fornecido pelas bolsas de futuros, o retorno marginal dos estoques passa a ser representado pelo diferencial de base. Neste caso, quanto mais positivo o diferencial de base, maior a oferta de armazenamento.

Brennan (1958, p.50) destacou em seu trabalho a relação do prêmio pelo risco com os estoques armazenados.

*“ ... em adição à despesa marginal do armazenamento físico e da taxa de conveniência marginal, um prêmio pelo risco é requerido para explicar a manutenção de estoques como uma função do diferencial de preços.”*

Empiricamente, para diversas mercadorias agrícolas, Brennan (1958) demonstrou que o prêmio pelo risco e a taxa de conveniência se relacionam com o total de estoques.

Cabe ressaltar que Brennan (1958) não considerou a possibilidade de um prêmio pelo risco negativo. O prêmio pelo risco foi definido como uma função crescente dos níveis de estoques, partindo de zero quando não houvesse inventário. Entretanto, considerando a possibilidade dos armazenadores estarem comprados no mercado futuro para repor os estoques, o preço futuro esperado pode estar abaixo do preço futuro negociado, caracterizando um prêmio pelo risco negativo, conforme a visão moderna da teoria da *normal backwardation*.

Weymar (1966) estendeu a teoria da oferta de armazenamento focalizando o comportamento do inventário esperado durante um determinado intervalo de tempo e acrescentou que o diferencial de preço é dado em função dos inventários correntes e dos inventários esperados, até completar um intervalo finito de tempo, como por exemplo, o intervalo compreendendo dois períodos de colheita.

Duffie (1989) citou três princípios básicos para a análise da relação entre o preço futuro e o armazenamento. Foi considerado que o valor de uma mercadoria armazenada até a data do vencimento de um contrato futuro é dado por:

$$P_T = P_t + IP_t + CA \quad (19)$$

sendo  $P_T$  o preço à vista para uma data futura,  $P_t$  o preço à vista presente,  $IP_t$  uma taxa de interesse dada pelo valor do juros sobre  $P_t$  e  $CA$  o custo de armazenamento até o vencimento.

Caso  $F_t < P_T$ , o *hedger* assume uma posição comprada no mercado futuro, vendendo o ativo armazenado no mercado à vista e investindo o dinheiro até a data do vencimento. Deste modo, foi estabelecido o princípio 1: se existir algum ativo armazenado,  $F_t$  deve ser pelo menos igual ao  $P_T$  ( $F_t \geq P_T$ ).

Caso  $F_t > P_T$ , o *hedger* assume uma posição vendida no mercado futuro e parte para a entrega do ativo. Deste modo, foi estabelecido o princípio 2: se existir algum ativo armazenado,  $F_t$  não pode exceder  $P_T$  ( $F_t \leq P_T$ ).

O terceiro princípio foi dado pela união dos princípios 1 e 2. Se existir algum ativo armazenado,  $F_t$  iguala-se ao  $P_T$  ( $F_t = P_T$ ).

Duffie (1989) argumentou que poucos ativos aderem exatamente ao princípio 3, uma vez que as incertezas relacionadas ao custo de carregamento, taxas de juros e os custos de transação podem constituir variáveis importantes na formação dos preços. Entretanto, o princípio 3 constitui uma ferramenta útil na comercialização futura, quando aplicado corretamente.

## 2.2.6 A liquidez dos contratos futuros

De acordo com Keynes (1930), um ativo é mais líquido quando sua venda é realizada em um curto período de tempo sem acarretar perda de valor. Para Lippman e McCall (1986), a função do tempo sobre a liquidez depende de uma série de fatores como a frequência de ofertas, impedimentos legais, custos associados com a manutenção do ativo e, principalmente, o preço desejado para a venda do ativo. Os autores propuseram uma medida de liquidez associada a estes fatores e avaliaram a sua compatibilidade com outras noções de liquidez. Para citar, o aumento da liquidez foi considerado compatível com o aumento da taxa de juros, com o tamanho do mercado e com a predicabilidade das ofertas, sendo esperado que qualquer mudança nos parâmetros relacionados com o aumento da liquidez reduza o desconto associado à venda rápida do ativo. Os autores demonstraram que investimentos em mercados de maior liquidez aumentam as chances de incrementar os retornos.

Ward (1974) avaliou a liquidez em contratos futuros para suco de laranja concentrado congelado, destacando que o sucesso do mercado futuro depende de

um volume adequado de negócios, facilitando a tomada de uma posição futura sem incorrer em elevados custos de entrada ou saída. Deste modo, a atividade dos especuladores foi considerada essencial para facilitar a atividade dos *hedgers*, proporcionando a necessária liquidez para a comercialização futura. Entretanto, a ênfase do trabalho se deu na possibilidade de que um excesso de especulação provocasse uma elevação na liquidez distorcendo a formação do preço. Um índice de especulação foi desenvolvido representando a proporção de especuladores em relação aos *hedgers* na negociação. Considerando que os preços à vista e futuro se relacionam ao nível de especulação, o valor da base foi regredido contra o valor do índice, sendo a base expressa como:

$$SD = NEAR\ FUTURE - SPOT - COST, \quad (20)$$

sendo *SD* o valor da base, *NEAR FUTURE* o preço futuro para o próximo vencimento, *SPOT* o preço à vista da laranja e *COST* o custo de transformação da laranja em suco concentrado congelado.

Ward (1974) considerou um nível de liquidez adequado quando o preço entre o mercado futuro e à vista proporcionou um valor de base igual a zero. Um valor de base diferente de zero seria provocado por distorções de preço causadas por alterações no índice de especulação. Os resultados demonstraram que o aumento da especulação diminuiu o diferencial de base e que a distorção provocada por altos índices de especulação foi relativamente pequena quando comparada com a amplitude de variação da base.

Pennings e Meulenberg (1997) avaliaram o risco de liquidez na negociação futura, demonstrando que o efeito de uma menor liquidez diminuiu a efetividade do *hedge* e destacando que o risco de liquidez pode ser uma importante variável em mercados futuros iniciantes. De acordo com os autores, mudanças repentinas de preço devido ao risco de liquidez podem ocorrer,



estejam os *hedgers* com posições compradas ou vendidas. Se as ordens de vendas forem grandes, os preços devem continuar caindo para atrair outros agentes interessados em assumir uma posição de compra. Em mercados com maior volume de negócios, uma porção relativamente grande de ordens resultaria em uma menor divergência no preço de transação em relação aos mercados futuros iniciantes.

Observa-se nos trabalhos citados que o aumento da liquidez implica na redução do desconto de venda sobre o valor do ativo. Para os mercados futuros, o aumento da liquidez implica na redução do desconto ou na redução do acréscimo do preço futuro sobre o preço à vista, ou seja, na redução do valor absoluto da base.

### **2.3 O *hedging* e a utilidade econômica dos mercados futuros**

A partir da década de 1950 a idéia de que os *hedgers* utilizavam os mercados futuros unicamente como seguro de preços passou a ser contestada.

Em “*Hedging e Comercialização Futura*”, Working (1953b) explorou o uso dos mercados futuros pelos *hedgers* devido a sua utilidade econômica. A decisão de *hedging* foi dada como uma consequência lógica das informações disponíveis e não ordinariamente, como um tipo de seguro. Suas conclusões baseavam-se no fato de que muitas empresas faziam o *hedging* na expectativa de mudanças relativas entre os preços futuro e à vista.

Working (1953b) citou que as observações de mercado possibilitam ao *hedger* comparar preços. Quando o preço da mercadoria à vista for baixo em relação ao preço futuro, o *hedger* compra à vista e vende futuro, ou então, um *hedger* pode vender a mercadoria a termo caso consiga um preço mais favorável em relação ao preço futuro correspondente, sendo a venda seguida de uma compra no futuro, garantindo a reposição do estoque. Nestes casos, o *hedging* se

assemelha a uma arbitragem do valor da base. Ainda de acordo com este mesmo autor, o *hedging* não elimina o risco de variação de preço, mas possibilita uma redução do risco. Quando a qualidade da mercadoria mantida em estoque for diferente daquela estipulada pelo contrato futuro ou caso a mercadoria esteja em local distante do ponto de entrega, o risco assumido pelos *hedgers* é maior.

Em “Reconsiderando o *Hedging*”, Working (1953a) observou que o *hedging* de carregamento, realizado pelos armazenadores, possibilita fixar uma margem de retorno para o armazenamento com boa realidade. Também observou que o *hedging* realizado pelos moinhos de trigo, chamado de *hedging* operacional, permite uma maior flexibilidade na comercialização. Por exemplo, caso ocorra uma grande venda de farinha, o moinho realiza uma operação de compra no mercado futuro, garantindo a reposição dos estoques da matéria-prima sem pressionar uma elevação de preço no mercado à vista. Foram identificados quatro diferentes motivos para a realização do *hedging*:

- a) facilita as decisões de compra e venda;
- b) fornece uma grande liberdade de ação empresarial;
- c) fornece uma base real para a condução do armazenamento nos períodos de excesso de mercadoria;
- d) reduz o risco do negócio.

Working (1953a) apontou os seguintes benefícios econômicos proporcionado pelo *hedging*:

- a) reduz o risco do negócio, assegurando margens de retorno e proporcionando um maior sucesso empresarial, com conseqüentes vantagens sociais e econômicas. A redução do risco permite uma redução nas margens entre o preço recebido pelos produtores e o preço pago pelos consumidores;
- b) permite um melhor julgamento do preço à vista a ser praticado, como também permite estabelecer uma base de preço para os contratos a termo;

- c) promove o armazenamento privado nos períodos de excesso de oferta, induzindo o armazenamento econômico dos estoques e sua liberação nos períodos adequados.

Working (1962) definiu o *hedging* como a utilização de contratos futuros como um substituto temporário das negociações a serem realizadas no mercado físico em um momento seguinte, reconhecendo que muitas vezes o *hedging* era realizado com o propósito de assegurar lucros e não simplesmente de evitar o risco. Explorando o conceito de propósitos múltiplos de *hedging*, foram estabelecidas cinco modalidades de *hedging*:

- a) *hedging* de carregamento: ocorre quando os contratos futuros são adquiridos em conexão com a função de armazenamento. O *hedging* influencia o carregamento de estoques diminuindo o risco da empresa, que passa a buscar o lucro na operação, substituindo a previsão do preço à vista em uma data futura pela previsão das mudanças relativas entre os preços à vista e futuro, ou seja, o sucesso do *hedging* de carregamento depende das mudanças na base, tornando a decisão de armazenar ou não a questão principal da empresa;
- b) *hedging* operacional: é realizado de modo a facilitar o processo de negociação da empresa. As decisões de preço de compra ou venda são facilitadas tendo um indicador nacional de preço fornecido pelos mercados futuros. Quando a operação de *hedging* é efetuada, a empresa passa a correr um menor risco, uma vez que as variações da base são menores que as variações do preço à vista. Geralmente o intervalo de duração do *hedging* operacional é menor, pois as ações de compra e venda são constantes, sendo necessário existir uma alta correlação entre os preços à vista e futuro para garantir uma efetiva redução do risco;
- c) *hedging* seletivo: ocorre quando a decisão de efetuar o *hedge* se dá em função da expectativa de preço. Quando a expectativa é de queda, a empresa

realiza o *hedging* dos estoques com o propósito de evitar perdas. Neste caso, as empresas devem ter grande capacidade de antecipar os movimentos de preço, utilizando os contratos futuros ocasionalmente, quando julgar oportuno. Neste sentido, o *hedging* seletivo possui uma forte semelhança com o processo de especulação;

- d) *hedging* de antecipação: o *hedger* utiliza o mercado futuro como forma de antecipar a negociação à vista e, desta forma, os movimentos de preço devem ser continuamente monitorados. Caso ocorra uma boa oportunidade, a empresa antecipa o *hedging*. Por exemplo, a compra de contratos futuros por uma empresa para repor os estoques de matéria-prima ou a venda de contratos futuros por um produtor durante o plantio;
- e) *hedging* de evitação de risco: ocorre quando o *hedging* é utilizado como um seguro do inventário da empresa, se protegendo dos movimentos adversos de preços. Neste caso, a empresa irá sempre assumir uma posição vendida no futuro em relação à sua mercadoria estocada. Tendo como base os quatro primeiros tipos de *hedging*, é impossível saber em qual extensão o *hedging* é utilizado com o propósito único de reduzir o risco, deste modo, o *hedging* no sentido estrito de evitação de risco pode ser considerado virtual.

Heifner (1966) procurou identificar e medir os benefícios do *hedging* além da simples redução de risco, conforme as afirmativas de Working (1962). Foi utilizado o modelo de regressão para determinar se as diferenças entre os preços à vista e futuro podem ser utilizadas como instrumento de predição dos movimentos de armazenagem, incrementando os retornos, tendo sido observado que o potencial de uso das predições se ajustou melhor nos períodos em que o retorno da armazenagem e os custos variáveis eram aproximadamente iguais. Esta situação ocorreu no intervalo de tempo posterior à colheita.

Powers (1970) avaliou o impacto dos mercados futuros na flutuação do preço à vista para barrigada de porco e boi, concluindo que a introdução dos

mercados futuros reduziu significativamente a variabilidade aleatória dos preços à vista. Este resultado foi atribuído à descentralização das informações fornecidas pelos mercados futuros, uma vez que as informações dos preços futuros seriam avaliadas pelos operadores do mercado físico, facilitando as estimativas das condições de oferta e demanda e contribuindo para a redução da volatilidade dos preços.

Peck (1976), Turnovsky (1979) e Netz (1995) modelaram o efeito do mercado futuro como estabilizador do preço à vista, sob a hipótese de mercado eficiente, ou seja, de que o preço futuro é igual à esperança do preço à vista na maturidade do contrato. Os resultados foram semelhantes, indicando que os mercados futuros facilitam as decisões de armazenamento e contribuem para a redução da variabilidade do preço à vista. Foi apontada como principal vantagem dos mercados futuros eficientes a disseminação das informações sobre os preços esperados e suas implicações nas decisões de comercialização dos produtores.

Tomek (1993), revisando os efeitos dos mercados futuros e de opções sobre a variabilidade do retorno para os produtores rurais, concluiu que o uso dos mercados futuros e de opções proporcionou claros benefícios na redução do risco e assegurou a descoberta de retornos competitivos. A relação entre os preços à vista e futuro, avaliada pelo comportamento da base, forneceu uma previsão confiável do retorno no armazenamento. Entretanto, o autor argumentou que estes benefícios possuem um relativo custo, especialmente mais elevado para os produtores rurais que, individualmente, possuem piores condições de efetuarem previsões acertadas sobre as mudanças de preço, incorrendo em elevados ajustes de margem, dado os escassos recursos gerenciais. Deste modo, os benefícios dos mercados futuros e de opções para os produtores ocorrem mais provavelmente de maneira indireta, como pela

utilização dos contratos a termo fornecidos por comerciantes com posições no futuro.

Economicamente verifica-se que o mercado futuro funciona como um instrumento de descoberta de preços, assegurando aos *hedgers* múltiplos propósitos de ação. Por sua vez, a ação de *hedge* possibilita a transferência do risco para os especuladores, dispostos a assumir a contraparte do contrato. Entretanto, para a elaboração de um eficiente plano de *hedging*, é necessária uma correta observação do mercado pelos participantes da comercialização do café, de acordo com as necessidades da empresa.

## 2.4 A efetividade do *hedging*

A visão tradicional do *hedge* como instrumento de controle de risco e a proposição do *hedging* como ferramenta para a maximização dos lucros, foram integradas a partir dos trabalhos de Johnson (1960) e Stein (1961), utilizando o modelo de carteira de investimentos de Markowitz (1952).

Conceitualmente, a efetividade do *hedging* pelo modelo de carteira foi definida como a redução percentual da variância do retorno a partir da decisão de *hedging*, sendo avaliada pelo quadrado do coeficiente de correlação dos preços à vista e futuro. Quanto maior a correlação, maior a redução do risco e, portanto, mais efetivo é o *hedge*. Esta medida de efetividade é apropriada quando o objetivo do *hedge* é a minimização do risco.

Howard e D'Antonio (1984) propuseram uma segunda medida de efetividade considerando a maximização da relação risco e retorno, definindo a efetividade como o retorno relativo por unidade de risco de uma posição de *hedging* em relação a uma posição à vista. Neste caso, a efetividade foi associada à correlação entre os retornos à vista e futuro e também a uma unidade relativa de risco desejada.

As medidas de efetividade consideradas até o momento são aplicadas para um período determinado de duração do *hedge*. Esta restrição dos modelos implica, por exemplo, que o *hedger* ignora as novas informações do mercado. Deste modo, as medidas de efetividade seriam precisas apenas para os mercados estáveis, onde o efeito da volatilidade no tempo não impusesse significativos processos de ajustamento das medidas.

O problema da efetividade em função do tempo pode ser solucionado utilizando uma avaliação temporal da efetividade. Chang e Fang (1990) apresentaram um modelo de avaliação da efetividade do *hedge* no tempo, no qual foram consideradas a correlação entre as mudanças no preço à vista e a taxa de juros, a correlação entre as mudanças no preço futuro e a taxa de juros e os pagamentos de garantias em relação a unidade de risco da posição à vista, além da correlação entre as mudanças de preço à vista e futuro e da unidade relativa de risco desejada. Ignorando a natureza aleatória das taxas de juros e o retorno esperado da posição futura, a efetividade do *hedge* retornou ao modelo tradicional de minimização do risco para um período, sendo a efetividade dada apenas pela correlação entre os preços futuro e à vista.

#### 2.4.1 A correlação entre os preços à vista e futuro

Johnson (1960) considerou o retorno da posição de *hedge* dado por:

$$R = X_P E_t(P_T - P_t) + X_F E_t(F_T - F_t) \quad (21)$$

sendo  $X_P$  o número de unidades do ativo físico,  $X_F$  o número de unidades do ativo futuro e  $R$  o retorno da posição de *hedge*.

A variância do retorno,  $Var(R)$ , foi definida como:

$$Var(R) = X_P^2 Var(P_T) + X_F^2 Var(F_T) - 2X_P X_F Cov(P_T; F_T) \quad (22)$$

sendo  $Cov(P_T; F_T)$  a covariância entre os preços à vista e futuro.

Derivando a equação (22) em relação a  $X_F$  e igualando a zero, tem-se o valor de  $X_F^*$  que minimiza a variação do retorno para a combinação dos ativos na proporção  $X_P$  e  $X_F^*$ :

$$Var(R)^* = 2X_F Var(F_T) - 2X_P Cov(P_T; F_T) = 0 \quad (23)$$

$$X_F^* = \frac{X_P Cov(P_T; F_T)}{Var(F_T)} \quad (24)$$

Substituindo (24) em (22), chega-se à equação (28):

$$Var(R)^* = X_P^2 Var(P_T) + \frac{X_P^2 Cov(P_T; F_T)^2}{Var(F_T)} - 2 \left( \frac{X_P Cov(P_T; F_T)}{Var(F_T)} \right) X_P Cov(P_T; F_T) \quad (25)$$

$$Var(R)^* = X_P^2 Var(P_T) + \frac{X_P^2 Cov(P_T; F_T)^2}{Var(F_T)} - 2 \frac{X_P^2 Cov(P_T; F_T)^2}{Var(F_T)} \quad (26)$$

$$Var(R)^* = X_P^2 Var(P_T) - \frac{X_P^2 Cov(P_T; F_T)^2}{Var(F_T)} \quad (27)$$

$$Var(R)^* = X_P^2 \left[ Var(P_T) - \frac{Cov(P_T; F_T)^2}{Var(F_T)} \right] \quad (28)$$

Considerando que a fórmula padrão para o coeficiente de correlação entre os preços à vista e futuro é igual a:

$$\rho = \frac{Cov(P_T; F_T)}{\sigma_P \sigma_F} \quad (29)$$



sendo  $\rho$  o coeficiente de correlação,  $\sigma_P$  e  $\sigma_F$  os desvios padrões dos preços à vista e futuro, respectivamente.

Elevando-se  $\rho$  ao quadrado e reajustando os termos, obtém-se:

$$Var(P_T)\rho^2 = \frac{Cov(P_T; F_T)^2}{Var(F_T)} \quad (30)$$

sendo  $\rho^2$  o coeficiente de determinação entre os preços à vista e futuro.

Substituindo (30) em (28) tem-se:

$$Var(R)^* = X_p^2 Var(P_T)(1 - \rho^2) \quad (31)$$

Pela equação (31), Johnson (1960) verificou que um valor elevado para o coeficiente de determinação, próximo a um, resulta em uma maior redução da variância do preço à vista por unidade de mercadoria no mercado físico, quando o *hedger* assume uma posição  $X_F^*$ . Por hipótese, considerando uma perfeita correlação entre os preços à vista e futuro, caso em que o coeficiente de determinação seria igual a um, o risco do retorno do *hedge* seria zero e o *hedging* seria considerado perfeitamente efetivo. Caso o coeficiente de determinação fosse igual a zero, o risco do retorno seria igual a variação do preço à vista. Neste caso, o *hedging* seria perfeitamente não efetivo. Deste modo, a efetividade do *hedging* foi dada pelo coeficiente de determinação entre os preços à vista e futuro, ou seja:

$$E = \left( 1 - \frac{Var(R)^*}{X_p^2 \times Var(P_T)} \right) = \rho^2 \quad (32)$$

sendo  $E$  a efetividade do *hedging*.

Do ponto de vista econométrico, o coeficiente de determinação descreve a proporção de variação do  $P_t$  que pode ser atribuída à variação de  $F_t$ . Considerando a possibilidade de um valor de  $\rho^2$  baixo, próximo a zero, Kmenta (1990) comentou que a reta de regressão amostral teria se ajustado pouco às observações. Neste caso, as variações de  $F_t$  não afetariam  $P_t$ , sendo esta uma proposição de que a reta de regressão é horizontal e, conseqüentemente, pode ser testada dada uma amostra.

#### 2.4.2 A razão de *hedge* de mínima variância

Razão de *hedge* é o tamanho da posição futura em relação ao tamanho da posição à vista, ou seja:

$$h = \frac{X_F}{X_P} \quad (33)$$

sendo  $X_F$  as unidades da posição futura,  $X_P$  as unidades da posição à vista e  $h$  a razão de *hedge*.

Aplicando a teoria de *portfolio* a uma posição de *hedge* com o interesse de minimizar o risco do retorno em função do tamanho da posição futura foi determinada a razão de *hedge* de mínima variância, assunto amplamente discutido na literatura, por exemplo, por Heifner (1972), Ederington (1979) e Kahl (1983). Os autores consultados reconheceram que a melhor posição de *hedge* não é igual ao tamanho da posição à vista.

Ederington (1979) minimizou a variância do retorno em função das mudanças na proporção de *hedge*, demonstrando que a razão de *hedge* de

mínimo risco ( $h^*$ ) é dada pela razão entre a covariância dos preços à vista e futuro e a variância do preço futuro, ou seja:

$$h^* = \frac{Cov(P_T; F_T)}{Var(F_T)} \quad (34)$$

Kolb (1991) citou que a fórmula padrão do coeficiente de inclinação da equação de regressão pelo método dos mínimos quadrados ordinários é igual a razão de *hedge* de mínima variância, ou seja:

$$\beta = \frac{Cov(P_T; F_T)}{Var(F_T)} \quad (36)$$

Deste modo, segundo o autor, uma maneira prática de estimar a razão de *hedge* de menor risco é dada pela estimativa do modelo de regressão entre os preços à vista e futuro:

$$P_t = \alpha + \beta F_t + \varepsilon_t \quad (35)$$

sendo  $\alpha$  o intercepto,  $\beta$  o coeficiente de inclinação e  $\varepsilon$  representa o componente de erro.

Estimada a regressão entre os preços à vista e futuro, o valor da razão de *hedge* é obtido pelo coeficiente da regressão, enquanto o valor da efetividade do *hedging* é dado pelo coeficiente de determinação.

### 2.4.3 Perturbações auto-regressivas

A avaliação da efetividade do *hedging* e da razão de *hedge* de mínima variância pela regressão entre os preços à vista e futuro pode estar sujeita a problemas de auto-correlação dos resíduos na série de preços. O pressuposto de auto-correlação é plausível em séries temporais de preços, principalmente quando se utilizam dados diários.

De acordo com Kmenta (1990), a presença de auto-correlação serial dos resíduos pode ser testada pela estatística *Durbin-Watson* e, implica na perda de eficiência dos estimadores de mínimos quadrados. Uma alternativa de cálculo para estes casos é estimar a equação utilizando, por exemplo, o procedimento de Cochrane-Orcutt.

Conforme Marshall (1989), o problema de correlação serial pode ser corrigido redefinindo-se o risco de preço à vista, como a variância das mudanças de preço à vista [ $Var(\Delta P_T)$ ], e o risco de preço futuro como a variância das mudanças de preço futuro [ $Var(\Delta F_T)$ ], sendo a efetividade dada pela correlação entre as mudanças dos preços, ou seja,  $\rho = Cor(\Delta P_T, \Delta F_T)$ . Entretanto, para Kmenta (1990) o tratamento de problemas auto-regressivos utilizando a mudança de preços, ou método das primeiras diferenças, não é recomendado, a não ser que se julgue realmente que o coeficiente de correlação esteja muito próximo da unidade.

Conforme Duffie (1989), a auto-correlação dos resíduos indica que os aumentos dos preços passados são úteis preditores dos aumentos do preço futuro, ou seja, que a esperança de mudança de preço e a esperança de lucro são diferentes de zero. Para um investidor, a auto-correlação pode indicar uma oportunidade de lucro que deve ser analisada em função dos riscos envolvidos. Entretanto, a existência ou não de auto-correlação não implica na irracionalidade ou ineficiência dos mercados futuros.

#### 2.4.4 Evidências empíricas da efetividade do *hedging*

Buscando ampliar a discussão sobre a efetividade do *hedging*, são apresentados a seguir alguns resultados empíricos avaliando a correlação entre os preços à vista e futuro.

Ederington (1979) estimou a efetividade do *hedging* para contratos financeiros e agrícolas com períodos de duração de duas e de quatro semanas para diferentes vencimentos. Os resultados apontaram uma maior efetividade para o *hedging* de quatro semanas, utilizando o contrato futuro do próximo vencimento. O autor sugeriu que o período de quatro semanas seria mais efetivo por haver um maior tempo para os preços se ajustarem.

Heifner (1972) analisou a redução de risco para os contratos de gado durante um período de 6 anos em cinco regiões. A efetividade do *hedging* variou de 0,36 a 0,57, sendo todos os coeficientes de correlação significativamente diferentes de zero. O autor concluiu que o *hedging* atuou de maneira geral como um redutor de risco, não tendo ocorrido nenhuma diferença significativa para a efetividade entre as diferentes localidades e situações estudadas. A proporção de *hedge* de mínima variância foi de 0,56 a 0,88.

Pennings e Meulenberg (1997) propuseram uma medida de efetividade a partir do modelo de Ederington (1979), acrescentando uma avaliação do risco de liquidez ao modelo. Ambos os modelos foram testados no mercado futuro de batatas, da bolsa de futuros de Amsterdam, durante o período correspondente a um ano de armazenamento. Os resultados mostraram que a inclusão do risco de liquidez reduziu a efetividade, bem como a razão de *hedge* de mínima variância.

Lazzarini (1997) avaliou comparativamente a efetividade do *hedging* entre os contratos negociados pela Bolsa de Mercadorias & Futuros (BM&F) e a *Chicago Board of Trading* (CBOT) para o mercado futuro da soja. Os resultados indicaram uma maior correlação entre os retornos dos preços negociados na

BM&F. Apesar da maior aderência do contrato da BM&F às condições brasileiras, foi constatado que muitas organizações preferem operacionalizar o *hedge* com a CBOT devido, principalmente, a maior liquidez oferecida.

Conforme se verificou na literatura consultada, uma medida de efetividade do *hedging* pode ser utilizada como instrumento para a avaliação do mercado futuro como redutor de risco de preço. Por sua vez, o *hedge* de mínima variância proporciona uma medida do volume de contratos futuros a serem negociados, com o interesse de minimizar o risco de uma carteira formada pelas posições à vista e futura. Cabe ressaltar que o modelo matemático não considera outros aspectos envolvidos na decisão de *hedge*, como a capacidade financeira da empresa para suportar ajustes diários por determinado período de tempo ou ainda o tipo de *hedge* que a empresa tradicionalmente utiliza.

## **2.5 Aspectos climáticos ligados à cafeicultura**

De acordo com Santinato, Fernandes e Fernandes [ca. 1996], o clima interfere no cafeeiro de forma direta e indireta através da precipitação, vento, temperatura, umidade do ar, etc. Correlacionando dados climáticos da Etiópia, região de origem do café arábica, com estudos e observações das diferentes regiões de cultivo no Brasil, foram estabelecidos os parâmetros que definem as exigências climáticas para a cafeicultura nacional.

### **2.5.1 Aptidão térmica**

Conforme descreveram Santinato, Fernandes e Fernandes [ca. 1996], a aptidão térmica é dada por faixas de temperatura média anual, classificadas em ideal, apta e inapta. A faixa de temperatura ideal para o café arábica é de 19 a 22°C, a apta de 18 a 23°C e a inapta é menor que 18°C ou maior que 23°C.

Temperaturas médias anuais ao redor de 23°C podem causar redução de crescimento, descoloração foliar, além do risco de abortamento floral quando a alta temperatura estiver associada a períodos de seca no florescimento.

Alvarenga et al. (1979), verificaram que folhas de cafeeiro expostas à radiação solar direta podem atingir temperaturas de 15 a 20°C acima da temperatura ambiente, de tal forma que temperaturas do ar acima de 26°C podem causar efeito depressivo na fotossíntese. Por outro lado, temperaturas abaixo de 12°C por longo período de tempo inibem o crescimento do cafeeiro, além de provocar a descoloração das folhas novas e risco de queima dos ponteiros devido a translocação bastante lenta da água nos vasos das folhas e ramos. Entretanto, o maior risco causado pelas baixas temperaturas é o de ocorrência de geada, sendo que temperaturas do ar abaixo de -2°C danificam os tecidos vegetais, podendo causar a morte da planta.

De acordo com Antunes et al. (1979), a previsão de geada pode ser efetuada com relativa eficiência. Temperaturas abaixo de 9°C ao por do sol podem indicar a ocorrência de geada durante a madrugada, dependendo da quantidade de vapor de água no ar.

### **2.5.2 Aptidão hídrica**

Segundo Santinato, Fernandes e Fernandes [ca. 1996], na Etiópia as precipitações variam de 1200 a 2000 mm/ano, com boa distribuição no período chuvoso e com médias de 40 a 70 mm/mês em apenas 3 a 4 meses durante o inverno.

Os autores citaram que nas regiões cafeeiras da Zona da Mata, parte dos cerrados e Sul de Minas, as precipitações médias anuais geralmente excedem os 1200 mm/ano, sendo que a região do Alto Paranaíba possui um período de seca mais prolongado. De modo geral, estas regiões possuem boas condições hídricas

para o cafeeiro, com média mensal de precipitação de 130 a 140 mm entre os meses de outubro a março, coincidindo com a florada, frutificação e maior crescimento vegetativo. Nos demais meses, de abril a setembro, as médias caem para 30 a 50 mm/mês, com menores valores entre julho e agosto. Neste período, o crescimento vegetativo diminui em função da baixa umidade do solo e da queda das temperaturas durante o outono e inverno, ocorrendo a maturação dos ramos produtivos e colheita.

## **2.6 A base como reflexo dos fundamentos do mercado**

As expectativas econômicas em relação aos mercados físico e futuro devem ser refletidas no valor da base, uma vez que a base representa um valor simultâneo dos preços à vista e futuro. Assim sendo, o valor da base constitui um parâmetro para avaliar os fundamentos teóricos da relação entre os preços.

O trabalho de modelagem do valor da base deve considerar as características específicas de cada mercado. Deste modo, como referência e termo de comparação, alguns trabalhos de modelagem do valor da base são descritos a seguir.

Para Tilley e Campbell (1988) o sucesso do *hedging* requer que os agentes de comercialização compreendam e antecipem os fatores que causam variação na base no encerramento do contrato. Os autores avaliaram a performance da base do trigo de inverno em duas situações, incluindo as quatro semanas anteriores à data de vencimento ou excluindo estas quatro semanas. Em ambas as análises foi incluído o custo de carregamento da mercadoria no valor da base. Ao todo, oito variáveis independentes foram definidas, destacando-se a razão entre exportação e estoques disponíveis, o embargo de grãos, o mês de vencimento do contrato e a liquidez.



De acordo com os mesmos autores, o efeito de uma maior pressão exportadora deve favorecer a elevação do preço à vista relativamente ao preço futuro, fortalecendo a base. Entretanto, caso os estoques disponíveis estejam elevados, anulando qualquer taxa de conveniência, ocorre uma pressão contrária, ou seja, enfraquece o valor da base, pois as empresas podem rapidamente comprar grãos para a exportação. Assim, foi proposto que uma elevação da razão entre exportação e estoques disponíveis deve fortalecer o valor de base.

O embargo de grão e o mês de vencimento do contrato entraram no modelo como variáveis binárias, sendo o embargo relacionado com as restrições de exportação para a União das Repúblicas Socialistas Soviéticas.

A liquidez foi medida pela razão entre o volume total e o total de contratos em aberto para todos os contratos negociados, sendo considerado que o volume total deve ser grande em relação ao número de contratos em aberto para evitar custos de liquidez. O sinal para a relação entre liquidez e valor da base não foi especificado *a priori*.

Os resultados obtidos por Tilley e Campbell (1988) indicaram que a base reflete as posições de exportação e estoques disponíveis, sofrendo os ajustamentos necessários conforme as necessidades do mercado. Para os períodos de embargo, os preços à vista estiveram deprimidos frente ao preço futuro, devido a elevação dos estoques disponíveis em razão do impedimento da exportação. Para liquidez, os resultados foram conflitantes. O aumento da liquidez enfraqueceu a base quando a série se estendia até o vencimento do contrato e fortaleceu a base quando as quatro semanas anteriores ao vencimento não eram computadas. O valor de  $R^2$  foi 0,68 e 0,76 para as situações em que foram incluídas as quatro semanas antes do vencimento ou não, respectivamente.

A capacidade da base de refletir os fundamentos do mercado foi avaliada por Ward e Dasse (1977) para os contratos de suco concentrado de laranja congelado (SCLC). A base foi definida como o preço futuro menos o preço à

vista e o modelo foi desenvolvido para explicar as variações na base residual. A base residual foi calculada como o valor da base menos os custos de processamento e carregamento da mercadoria. Foram definidas seis variáveis independentes: o prêmio pelo risco, a taxa de conveniência, a liquidez do mercado e mais três variáveis avaliando o impacto das distorções climáticas provocadas por baixas temperaturas.

O prêmio pelo risco foi definido como uma função crescente dos níveis de estoques, tal qual proposto por Brennan (1958). Para determinar o valor do prêmio, foi utilizada uma estimativa da safra de suco concentrado de laranja congelado para a estação e uma função de tempo para representar as incertezas relacionadas ao período até o vencimento do contrato. Deste modo, o prêmio pelo risco foi representado por:

$$RP_t = (SA_t) f(t) \quad (37)$$

sendo  $RP_t$  o prêmio pelo risco,  $SA_t$  uma estimativa da produção de SCLC e  $f(t)$  a função do tempo até a maturidade do contrato.

A taxa de conveniência foi calculada em função da razão entre a oferta de estoques no período e a média da oferta de estoques do período anterior, denominada razão de inventário, conforme a fórmula:

$$S_t = \frac{I_t}{\bar{I}_t} \quad (38)$$

sendo  $I_t$  a oferta de estoques disponíveis durante a semana  $t$ ,  $\bar{I}_t$  a média da oferta de estoques disponíveis para a semana  $t$  durante o período de análise e  $S_t$  a razão de inventário.

Deste modo, foi definido o valor de conveniência dado por:

$$CY_t = \left( \frac{1}{S_t} - 1 \right) f(t) \quad \text{se } 0 < S_t \leq 1 \quad (39)$$

$$CY_t = 0 \quad \text{se } S_t > 1 \quad (40)$$

sendo  $CY_t$ , a taxa de conveniência.

A função do tempo selecionada para o valor de conveniência e para o prêmio pelo risco foi  $f(t) = t$ , sendo  $t$  a representação do número de semanas até o vencimento do contrato.

A liquidez do mercado foi calculada pela razão entre o volume de contratos negociados e as mudanças absolutas no número de contratos em aberto. O argumento foi fundamentado na hipótese de que o volume negociado necessário para facilitar a ordenação do mercado é geralmente maior que o volume que reflete apenas as mudanças nos contratos em aberto.

Mais explicitamente, a liquidez foi dada por:

$$ML_t = \frac{V_t}{[\Delta OI]} \quad \text{se } [\Delta OI] \geq 1 \quad (41)$$

$$ML_t = V_t \quad \text{se } [\Delta OI] = 0 \quad (42)$$

sendo  $V_t$  o volume de contratos negociados no período,  $[\Delta OI]$  as mudanças absolutas no número de contratos em aberto e  $ML_t$  a liquidez do mercado.

Foi considerado um processo auto-regressivo de primeira ordem para a análise do modelo. Os resultados obtidos por Ward e Dasse (1977) demonstraram uma maior significância para as variáveis ligadas aos fatores climáticos e taxa de conveniência, dando credibilidade aos contratos futuros de SCLC. As distorções de preço provocadas por fatores climáticos provocaram desvios na função de armazenamento, entretanto, esses desvios foram

considerados uma parte normal da capacidade de antecipação do mercado. Foi obtido um valor relativamente baixo para o coeficiente de determinação ( $R^2 = 0,35$ ), sob o argumento de que os mercados futuros tendem a responder mais rapidamente às novas informações em relação ao mercado físico e, deste modo, a variação não explicada foi atribuída ao fato de o modelo ser estimado com dados semanais.

Martin, Groenewegen e Pidgeon (1980) construíram um modelo empírico de análise das variações da base residual e o aplicaram ao mercado de milho no sudoeste de Ontário. A base residual foi definida como o valor da base menos os custos de transporte, tarifas e taxas de embarque, com relação ao mercado de Chicago.

O modelo de avaliação foi estabelecido em função da razão da produção e consumo de milho no leste do Canadá, das produções de milho no Canadá e Estados Unidos da América e da disponibilidade de milho no mercado local. Devido à sazonalidade do produto, o modelo foi avaliado para cada mês do ano, tendo sido apresentado os resultados de outubro a março. Os resultados de agosto e setembro não foram apresentados, sendo que apenas a variável ligada ao volume da colheita seguinte foi significativa para estes meses.

Os resultados encontrados por Martin, Groenewegen e Pidgeon (1980) destacaram as variáveis ligadas à produção como as mais importantes. Uma substancial parte das variações da base também foi explicada pelas características do mercado de milho local. De modo geral, o modelo proporcionou uma substancial explicação das variações de base ( $R^2$  de 0,66 a 0,82).

Liu et al. (1994) modelaram a base durante o mês anterior ao vencimento dos contratos de boi. Quatro modelos foram desenvolvidos utilizando diferentes grupos de variáveis e comparando o potencial de explicação entre as variáveis. A base foi expressa pela diferença entre os

logaritmos dos preços futuro e à vista. Nove variáveis independentes foram construídas: duas variáveis de oferta, três variáveis de demanda, uma variável representando os custos de entrega, uma variável representando o valor da base retardado, uma variável representando a diferença entre os preços futuros com vencimentos distintos e uma variável representando as diferenças entre as médias mensais dos contratos em aberto. Os resultados apontaram um menor poder de explicação das variáveis ligadas a oferta e demanda para o valor da base próximo ao vencimento.

Garcia e Sanders (1996) analisaram o sucesso dos contratos futuros sob o aspecto da previsibilidade da base, com a intenção de verificar o aumento no risco de base no período de 1975 até 1993. Para tanto, o intervalo de tempo foi subdividido em três períodos distintos. A base foi calculada como a diferença entre os preços à vista e futuro e também como a diferença entre os logaritmos dos preços à vista e futuro. Ambas as análises apresentaram resultados similares, entretanto, o artigo apresentou apenas os resultados para o valor da diferença de logaritmos. A série temporal considerou valores mensais, sendo o valor da base calculado pela primeira semana do mês. Dois períodos de duração do *hedge* foram ainda analisados, um de curto prazo com um mês de duração e outro de longo prazo com cinco meses.

A base foi modelada em função de três variáveis relacionadas a oferta, três variáveis relacionadas a demanda, duas variáveis relacionadas aos custos de entrega e onze variáveis binárias para representar o efeito da sazonalidade entre os meses. Durante as análises, as variáveis não significativas foram eliminadas, sendo também examinada a presença de auto-correlação residual.

Os resultados encontrados por Garcia e Sanders (1996) mostraram uma boa capacidade de previsão da base, tendo o modelo se ajustado razoavelmente bem para os três períodos estudados ( $R^2$  de 0,686 a 0,777). A sazonalidade e o armazenamento foram as variáveis preditoras mais importantes.

De acordo com a literatura consultada, o valor da base deve refletir os fundamentos do mercado. Fatores relacionados à oferta e demanda da mercadoria, aspectos climáticos, taxa de conveniência, liquidez e prêmio pelo risco devem ser capturados pelas variações ocorridas na base. Caso as variações ocorridas no valor da base possam ser explicadas pela teoria, a performance do mercado futuro e sua utilidade econômica são confirmadas. Caso a base não possa ser explicada, a utilização dos mercados futuros para operações de *hedge* fica comprometida, além de dificultar a viabilização dos contratos a termo e outras oportunidades de preço.

### 3 MÉTODOS

#### 3.1 Coleta e organização dos dados

O preço futuro cotado foi o preço de ajuste, fornecido pela BM&F (1999) para os contratos de café arábica cambial. O contrato selecionado para a cotação corresponde sempre ao primeiro vencimento, findo um período hipotético de duração do *hedge*.

Três períodos hipotéticos de duração do *hedge* foram considerados como sendo de interesse, um período de curto prazo com duração de um mês, outro período de médio prazo com duração de três meses e um período de longo prazo com duração de seis meses.

Os preços à vista para as regiões do Triângulo Mineiro, Alto Paranaíba, Zona da Mata e Sul de Minas foram fornecidos pela Bolsa de Mercadorias de Minas Gerais (Minas Bolsa<sup>1</sup>) e correspondem ao café arábica, tipo seis, bica corrida, bebida dura para melhor e, portanto, de qualidade semelhante ao café futuro.

As cotações de preços futuro e à vista foram registradas diariamente durante o período de janeiro de 1995 a dezembro de 1998. Os preços à vista, em reais, foram transformados em dólar comercial e corrigidos para o valor do dólar de julho de 1998 pelo índice de preços ao consumidor dos EUA, fornecido pela FGV (1999). Os preços futuros correspondem aos preços de ajuste do dia, fornecidos em dólar, sendo igualmente corrigidos pelo índice de preços ao consumidor dos EUA. Após transformar os preços à vista e futuro em valores monetários iguais, o valor da base foi obtido pela diferença entre o preço à vista e futuro, diariamente.

---

<sup>1</sup> Os preços à vista foram coletados *in loco*.

Devido aos feriados ou simplesmente a ausência de cotação no dia, as datas das observações dos preços à vista e futuro nem sempre eram coincidentes. Nesses casos, a observação do dia era eliminada da série de preço. Eventualmente, não se dispunha da cotação do preço à vista para uma determinada região e quando isso ocorria, visando aumentar o número de observações diárias, foi verificada a diferença do preço da região com cotação ausente em relação à média dos preços das outras regiões, durante os três dias anteriores ao da observação perdida. Em seguida, a média dessas diferenças foi utilizada para estimar o valor da cotação ausente. Cabe ressaltar que os dados de preço à vista possuem uma cotação máxima e mínima, sendo utilizado o valor médio.

O risco de base e o risco de preço à vista foram quantificados pelo valor do desvio padrão e alocados para o mês de encerramento do *hedge*. Considerando o caso do risco de base como exemplo: para um período de duração do *hedge* de um mês, o desvio padrão da base do mês de janeiro foi alocado como o risco de base de janeiro; para um período de duração do *hedge* de três meses que se inicie em janeiro e se encerre em março, o risco de base foi alocado para o mês de março e para um *hedge* de duração de seis meses que se inicie em janeiro e se encerre em junho, o risco da base foi alocado para o mês de junho. Para o risco de preço à vista o procedimento foi análogo.

As variáveis efetividade do *hedging* e razão de *hedge* de mínima variância foram obtidas a partir da análise de regressão entre os preços diários futuro (variável independente) e à vista. As análises de regressão foram realizadas pelo procedimento de Cochrane-Orcutt visando corrigir problemas de auto-correlação de primeira ordem dos resíduos. A efetividade do *hedging* foi determinada pelo coeficiente de determinação e a razão de *hedge* de mínima variância pelo valor do coeficiente de inclinação. Ambas as medidas foram alocadas para o mês de encerramento do *hedge* e agrupadas seguindo o mesmo



procedimento utilizado para o risco de base e risco de preço à vista. Os resultados das regressões entre o preço à vista e futuro são apresentados no Anexo A, Tabelas 1A a 12A.

Para o desenvolvimento de um modelo econométrico da base para as regiões do Triângulo Mineiro, Alto Paranaíba, Zona da Mata e Sul de Minas, o valor médio mensal da base foi determinado pela diferença entre os preços à vista e futuro, para cada região, considerando o primeiro vencimento futuro, durante o período de janeiro de 1995 a dezembro de 1998, totalizando 48 observações por região.

### 3.2 Análises do *hedging* como instrumento de redução do risco de preço

A análise do *hedging* como instrumento de controle do risco de preço se concentrou em dois parâmetros. O primeiro foi o risco de base e pressupõe que o agente do agronegócio do café assumiria uma posição no mercado futuro de igual tamanho à sua posição no mercado físico. O segundo parâmetro de avaliação foi a efetividade do *hedging*, dada pelo coeficiente de determinação ( $R^2$ ) da análise de regressão entre os preços à vista e futuro. O valor de  $R^2$  representa a quantidade de redução do risco de preço proporcionada por uma posição de *hedge* de mínima variância.

Uma primeira análise procurou verificar se o risco de preço à vista é maior que o risco de base, para as 548 observações envolvendo as regiões do Triângulo Mineiro, Alto Paranaíba, Zona da Mata e Sul de Minas e considerando os três períodos de duração do *hedge*: 1, 3 e 6 meses. Para este caso, foi utilizado um teste  $t$ , unilateral, para diferença entre médias.

Considerando a possibilidade do *hedger* adotar o modelo de carteira de investimentos, a efetividade do *hedging* foi analisada pelo teste  $t$  para o coeficiente de inclinação. A estatística do teste procurou verificar as hipóteses da

efetividade ser igual ou diferente de zero. Caso a hipótese de que a inclinação é igual a zero seja rejeitada, então o *hedge* de mínimo risco é considerado efetivo como redutor do risco de preço.

De modo a complementar a análise da efetividade para uma posição de mínimo risco, a razão de *hedge* foi avaliada pelo teste *t* para o coeficiente de inclinação. Neste caso, a estatística do teste procurou verificar as hipóteses da razão de *hedge* ser igual ou diferente de um. Caso a hipótese de que a inclinação é igual a um seja rejeitada, então o tamanho da posição no mercado futuro é diferente do tamanho da posição no mercado à vista.

### **3.3 Análises do *hedging* para os fatores região, vencimento, ano e duração**

As estatísticas selecionadas para uma avaliação do comportamento do *hedging* no agronegócio do café foram: o risco de base, o risco de preço à vista, a efetividade do *hedging* e a razão de *hedge* de mínima variância. Estas estatísticas constituem variáveis dependentes em relação aos seguintes fatores: região, mês de vencimento do contrato, ano e período de duração do *hedge*.

Foi utilizado o teste de Tukey para diferenças entre pares de médias, ao nível de significância de 5%, para a análise das variáveis em função dos fatores em estudo.

O fator região foi representado pelas regiões do Triângulo Mineiro, Alto Paranaíba, Zona da Mata e Sul de Minas. O fator mês de vencimento do contrato compreendeu os cinco vencimentos negociados pela Bolsa de Mercadorias & Futuros, mais especificamente os vencimentos para os contratos de café arábica cambial ocorrem nos meses de março, maio, julho, setembro e dezembro. O fator ano foi representado pelos anos de 1995, 1996, 1997 e 1998, período correspondente aos anos avaliados. O fator duração do *hedge* correspondeu aos

períodos de 1, 3 e 6 meses de duração do *hedge*.

Pelo procedimento utilizado na organização dos dados, os períodos de duração do *hedge* de 3 e 6 meses tiveram um menor número de observações para o ano de 1995, resultando em um número diferente de observações, dependendo do fator analisado. Ao todo foram observados 48 períodos mensais, 46 períodos trimestrais e 43 períodos semestrais de duração do *hedge* por região, totalizando 548 observações durante os anos de 1995 a 1998.

Para o fator região, as perdas de observações ocorreram igualmente entre as regiões e o número de observações foi de 137 para cada região, totalizando 548 observações.

Para o fator mês de vencimento do contrato, o número de observações foi determinado tanto pelo período de duração do *hedge*, que inviabilizou algumas observações para os anos de 1995, como pelo maior número de meses (2 meses) entre os vencimentos de setembro e dezembro e entre os vencimentos de dezembro e março. Deste modo, os números de observações para os vencimentos de março, maio, julho, setembro e dezembro foram respectivamente 128, 88, 92, 96 e 144, totalizando 548 observações.

Para o fator ano, ocorreram 12 observações para o período de duração do *hedge* de um mês, 10 observações para três meses de duração e 7 observações para seis meses de duração, resultando em 29 observações por região ou 116 observações para as quatro regiões agrupadas, durante o ano de 1995. Para os anos de 1996, 1997 e 1998, o número de observações foi igual, independente do período de duração, ou seja, ocorreram 12 observações por ano, vezes três períodos de duração do *hedge* e vezes quatro regiões, resultaram em 144 observações por ano, totalizando 548 observações durante o período de 1995 a 1998.

Para o fator duração do contrato, considerando um período de duração de um mês, o número de observações foi igual a 12 por ano, vezes quatro

regiões e vezes quatro anos, totalizou 192 observações. Para o período de três meses, considerando que no ano de 1995 ocorreram 2 observações a menos, vezes quatro regiões, resultou em 8 observações a menos e totalizou 184 observações. Para o período de seis meses, considerando que no ano de 1995 ocorreram 5 observações a menos, vezes 4 regiões, resultou em 172 observações.

### 3.4 O modelo da base

O modelo econômico desenvolvido procurou expressar a base em função de fatores ligados à oferta e demanda da mercadoria, fatores climáticos ligados à cultura, valor de conveniência dos estoques, liquidez dos contratos futuros e prêmio pelo risco. Nove variáveis foram hipoteticamente assumidas como explicativas do comportamento da base para as regiões do Triângulo Mineiro, Alto Paranaíba, Zona da Mata e Sul de Minas.

Uma vez que o modelo teórico buscou explicar o comportamento da base em quatro regiões, optou-se pela utilização de variáveis independentes que envolvessem o mercado nacional do café, com exceção das variáveis climáticas que são regionais. O modelo formulado foi:

$$B = f(GOV, CON, PRO, REX, TC, PR, LQ, RPP, RT) \quad (43)$$

sendo  $B$  o valor da base média mensal,  $GOV$  as vendas dos estoques de café do Governo Federal,  $CON$  o consumo interno,  $PRO$  a produção anual,  $REX$  uma razão de exportação,  $TC$  a taxa de conveniência dos estoques,  $PR$  o prêmio pelo risco,  $LQ$  a liquidez do mercado futuro,  $RPP$  uma razão de precipitação pluviométrica e  $RT$  uma razão de temperatura.

O modelo foi testado individualmente para as regiões do Triângulo Mineiro, Alto Paranaíba, Zona da Mata e Sul de Minas. Considerando o potencial auto regressivo para séries de preço temporal, utilizou-se o procedimento de Cochrane-Orchutt para as correções de primeira ordem.

A variável dependente do modelo, a base, foi obtida pela diferença entre os preços à vista local e o preço futuro para o primeiro vencimento, sendo os preços transformados em dólar por saca (US\$/saca) e corrigidos para o valor de julho de 1998 pelo índice de preços ao consumidor dos EUA, fornecido pela FGV (1999).

Os valores mensais da base para as regiões do Triângulo Mineiro, Alto Paranaíba, Zona da Mata e Sul de Minas são apresentados no Anexo B, Tabela 1B, juntamente com a média e o desvio padrão da base mensal. Pela Tabela 1B pode-se observar os movimentos cíclicos da base no tempo, ora se fortalecendo ( $\Delta B$  positivo), ora enfraquecendo ( $\Delta B$  negativo). O valor médio da base serve ainda como padrão de comparação para o momento de decisão do *hedge*.

A seguir são apresentados os procedimentos para a quantificação das variáveis independentes do modelo, suas unidades de medida, fonte dos dados e as hipóteses formuladas sobre o efeito destas variáveis no valor da base.

### 3.4.1 Vendas do governo

Os dados das vendas de café do Governo Federal, em mil sacas por mês, foram coletados junto ao Relatório Mensal de Estatísticas, da FEBEC (1994-1998) e representam as vendas por leilão dos estoques do governo.

A hipótese formulada foi de que os leilões dos estoques do governo atuam aliviando as pressões no preço à vista do café, enfraquecendo o valor da base. Deste modo, quanto maior a oferta de café pelo governo, menor será o valor da base.

### **3.4.2 Consumo interno**

Os dados do consumo interno do café, em mil sacas por mês, foram coletados junto ao Relatório Mensal de Estatísticas, da FEBEC (1994-1998).

Foi considerado que o aumento da demanda interna colabora para a elevação dos preços à vista, favorecendo a liberação dos estoques disponíveis. Deste modo, a hipótese formulada considera que um aumento da demanda deve fortalecer a base.

### **3.4.3 Produção**

Os dados da produção brasileira de café, em milhões de sacas por ano, foram coletados junto ao Relatório Mensal de Estatísticas, da FEBEC (1994-1998).

De acordo com a teoria da oferta de armazenagem, o aumento da produção implica em uma maior demanda por armazenamento, fazendo com que o preço futuro seja valorizado frente ao preço à vista. Deste modo, a hipótese formulada considera que um aumento na produção deve enfraquecer a base.

Para o cálculo da variável produção considerou-se que a produção total do ano anterior deve influenciar na formação do preço do ano seguinte. Entretanto, deve existir um processo de ajuste na formação do preço do café durante o período de colheita, de tal modo que as quantidades colhidas no ano influenciem também na formação dos preços.

O método de cálculo para captar a influência da produção total do ano anterior e a produção durante o período de colheita sobre a formação do preço foi, primeiramente, o de alocar o valor da produção total do ano anterior para todos os meses do ano seguinte. Em seguida, aplicar uma média móvel antecipada em cinco meses. Desse modo, os preços durante o período de janeiro

a agosto seriam influenciados pela produção do ano anterior. A partir de setembro, as quantidades de janeiro do ano seguinte aparecem no cálculo da média móvel, influenciando na determinação do valor da variável produção. De setembro a dezembro, a influência das quantidades colhidas no ano, alocadas a princípio para o ano seguinte, vão aumentando sua participação no cálculo do valor da variável, até que em janeiro do ano seguinte o valor da variável produção volta a ser o valor da produção total do ano anterior.

#### **3.4.4 Razão de exportação**

O valor da razão de exportação foi obtido seguindo os argumentos de Tilley e Campbell (1988). O efeito de uma maior pressão exportadora favorece a liberação dos estoques disponíveis, fortalecendo a base. Por sua vez, caso os estoques disponíveis estejam elevados, ocorre uma pressão inversa, ou seja, de enfraquecimento da base. Deste modo, uma elevação da razão entre exportação e estoques disponíveis deve fortalecer o valor da base.

Os dados da exportação de café, em mil sacas por mês, e os da disponibilidade de estoques, em mil sacas por mês, foram os fornecidos pelo Relatório Mensal de Estatísticas, da FEBEC (1994-1998).

Considerando que os contratos de exportação são fechados com boa antecipação, as quantidades exportadas no mês devem refletir no valor da base dos meses anteriores, quando ocorre a formação do lote para a exportação. Por sua vez, o preparo do lote pelos agentes não ocorre simultaneamente, nem tão pouco o lote precisa ser preparado de uma só vez. Assim sendo, o exportador tem certa flexibilidade para a formação do lote durante o período entre o fechamento do contrato e o embarque da mercadoria.

Para caracterizar a flexibilidade do exportador na formação do lote, utilizou-se, no cálculo do denominador, a média dos estoques privados

disponíveis no período de cinco meses anteriores ao mês de embarque. Para captar o efeito da razão de exportação sobre o valor da base, as quantidades exportadas foram também retardadas em cinco meses, ou seja, a média dos estoques disponíveis no período anterior ao embarque sofreu uma pressão de compra pelos exportadores igual ao volume exportado. Cabe ressaltar que foram testados retardamentos de três a seis meses, sendo que todos se ajustaram ao modelo, entretanto, o de cinco meses foi o de melhor ajuste. Deste modo, a variável razão de exportação, em porcentagem, foi descrita conforme a equação abaixo:

$$REX_{t(5)} = \frac{Exp_5}{\bar{E}pri_5} \times 100 \quad (44)$$

sendo  $Exp_5$  as quantidades exportadas retardadas em cinco meses,  $\bar{E}pri_5$  a média dos estoques privados disponíveis no período de cinco meses anteriores ao mês de embarque,  $REX$  a variável razão de exportação e o índice  $t(5)$  corresponde ao mês da observação da exportação com o devido retardamento.

### 3.4.5 Taxa de conveniência

A taxa de conveniência se aplica aos momentos de escassez de estoque. Quando a oferta de estoque for pequena, a mercadoria no mercado físico é negociada com um valor adicional igual ao montante que o comprador estaria disposto a oferecer pelo recebimento imediato do café. Deste modo, quando o nível de estoques proporcionar um valor de conveniência, espera-se um fortalecimento da base.

A taxa de conveniência foi determinada de maneira semelhante ao modelo de Ward e Dasse (1977). Considerando que o valor de conveniência está



relacionado aos níveis de estoque, foi determinada uma razão de inventário, dada pelo inventário corrente dividido pelo inventário normal. Considera-se inventário normal a média do inventário para o mês, calculada mês a mês, durante o período de 1995 a 1998. Deste modo, a razão de inventário foi expressa por:

$$RI_t = \frac{I_t}{\bar{I}_t} \quad (45)$$

sendo  $I_t$  o inventário no mês corrente e  $\bar{I}_t$  o inventário normal para o mês corrente,  $RI$  a razão de inventário e o índice  $t$  corresponde ao mês da observação.

A taxa de conveniência foi computada quando o inventário corrente estava abaixo do inventário normal e se os estoques estão acima do normal, o valor de conveniência foi considerado igual a zero. Deste modo, a taxa de conveniência, em porcentagem, foi definida pelas seguintes equações:

$$TC_t = \left( \frac{1}{RI_t} - 1 \right) \times 100 \quad \text{se } 0 < RI \leq 1 \quad (46)$$

$$TC_t = 0 \quad \text{se } RI > 1 \quad (47)$$

sendo  $TC$  a taxa de conveniência.

Os valores do inventário do café correspondem ao estoque inicial privado, em milhões de sacas por mês, coletados no Relatório Mensal de Estatísticas, da FEBEC (1994-1998).

### 3.4.6 O prêmio pelo risco

Foi considerado que o prêmio pelo risco poderia ser positivo ou negativo, conforme a moderna teoria da *normal backwardation*, dependendo da posição assumida pelos agentes do mercado.

O procedimento de cálculo de um valor teórico para representar o prêmio pelo risco foi, primeiramente, considerar dois cenários de atuação para os *hedgers*, os quais poderiam estar tanto com posições líquidas de compra ou de venda no mercado futuro. Para estabelecer qual a posição dos *hedgers* no mercado futuro, foi considerado a estratégia lógica de comercialização em função do preço à vista para uma data futura ( $P_T$ ) e do preço futuro ( $F_T$ ).

Para o cálculo de  $P_T$  foram considerados os custos de entrega da mercadoria até o vencimento do contrato futuro, mais um valor de correção entre o café físico cotado para cada região e o café futuro negociado pela Bolsa de Mercadorias & Futuros.

O custo de entrega corresponde ao custo de carregamento da mercadoria mais o valor do frete até a capital paulista. O custo de carregamento corresponde às despesas com o armazenamento mais um custo de oportunidade dado pelo valor dos juros sobre o preço à vista.

Todos os valores foram transformados em dólar comercial por unidade do ativo (US\$/saca) e corrigidos para o valor do dólar de julho de 1998 pelo índice de preços ao consumidor dos EUA, fornecido pela FGV (1999).

As despesas com o armazenamento foram estabelecidas de acordo com o tarifário de armazenamento e serviços do Sistema de Informações do *Agribusiness* de Minas Gerais – AGRIDATA (Sistema... 1999), sendo escolhida a tarifa *ad valorem* para o café beneficiado, correspondente a 0,20% por quinzena, preço do produto do dia.

A taxa referencial de juros, fornecida pela FGV (1999), foi utilizada para estabelecer um custo de oportunidade sobre o valor do café à vista no período, compreendendo o início do *hedger* e o vencimento do contrato. Utilizou-se o procedimento de capitalização contínua, dado pela seguinte equação:

$$COP_t = (e^{jn} - 1) \times P_t \quad (48)$$

sendo  $P_t$  o preço à vista no início do *hedge*,  $j$  a taxa referencial de juros,  $n$  o período em meses até o vencimento do contrato,  $e$  igual a 2,71828 e  $COP_t$  o custo de oportunidade sobre o preço do café à vista.

Os custos do transporte foram obtido pelas planilhas do Sistema de Informações de Fretes para Cargas Agrícolas (SIFRECA), fornecidas pela Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz da Universidade de São Paulo (ESALQ-USP) (1998). Foi escolhido o preço do frete de julho de 1998 como preço de referência, sendo este obtido pela média dos preços levantados para os meses de junho, julho e agosto de 1998. O valor do frete para os outros meses foi obtido pela correção do preço, pelo índice de preços ao consumidor dos EUA. A correção pela inflação americana deveu-se à alta correlação existente entre ele e o índice nacional de variação dos custos do transporte rodoviário de carga, fornecido pela FGV (1999). Para citar, o coeficiente de correlação foi de 0,95.

O custo do frete, em US\$/saca/km., depende das cidades de origem e destino, sendo escolhidas quatro cidades de origem do café para representar as regiões produtoras em estudo: Araguari na região do Triângulo Mineiro; Patrocínio na região do Alto Paranaíba; Varginha para representar o Sul de Minas e Viçosa na Zona da Mata. O valor do frete até São Paulo, ponto de

entrega estabelecido pelo Contrato Futuro Cambial do Café, foi obtido multiplicando o percurso em quilômetros até a cidade de destino. Cabe ressaltar que o percurso Viçosa – São Paulo não consta nas planilhas do SIFRECA, sendo utilizada a média do preço do frete por quilômetro rodado das cidades de Araguari, Patrocínio e Varginha como estimativa para esse percurso.

Após determinar estes valores, o custo de entrega foi dado por:

$$CE = COP_t + CA + CT \quad (49)$$

sendo  $CE$  o custo de entrega,  $CA$  o custo do armazenamento e  $CT$  o custo de transporte.

Assumindo que o preço à vista e futuro são iguais no vencimento, foi determinado um valor de correção médio para representar a diferença entre o preço futuro e o preço à vista mais o custo de entrega, dado por:

$$VC = \overline{F}_t - (\overline{P}_t + \overline{CE}) \quad (50)$$

sendo  $VC$  o valor de correção médio,  $\overline{F}_t$  o preço futuro médio, o  $\overline{P}_t$  preço à vista médio e  $\overline{CE}$  o custo de entrega médio. As médias foram calculadas considerando os 48 períodos de duração do *hedge* entre os anos de 1995 e 1998.

A adoção de um valor de correção ocorreu devido a simplicidade do cálculo do custo de entrega. Como alguns custos não foram computados, por exemplo, os de transação, impostos e um custo de preparo que represente um diferencial de qualidade entre o preço do café à vista e futuro, tornou-se necessário estabelecer um valor médio que os representem. O valor de correção pode ser interpretado como um valor residual médio esperado para o vencimento

do contrato, de acordo com os custos de carregamento e transporte levantados e dado um diferencial de qualidade entre o café à vista e futuro.

Calculados estes valores, foi estabelecido um preço à vista para uma data futura para o café padrão BM&F, dado por:

$$P_T = P_i + CE + VC \quad (51)$$

sendo  $P_T$  o preço à vista para uma data futura.

Uma vez que o cálculo de  $P_T$  incluiu uma série de preços cujos valores são dependentes da região em estudo, poderia ser acrescentado aos valores um índice ( $i$ ) representando as regiões. Por simplificação o índice ( $i$ ) foi omitido, entretanto, a questão dos valores regionais será revista no item que trata das considerações sobre o valor do prêmio pelo risco.

A partir da equação (51), no instante  $t$ , o agente de comercialização possui um preço à vista para uma data futura ( $P_T$ ) e poderá obter no mercado um preço futuro ( $F_t$ ) negociado pela bolsa de futuros. Deste modo, o agente possui dois preços para formular sua estratégia de comercialização. Assim sendo, a posição de comercialização do *hedger* e o respectivo procedimento para o cálculo de um valor de prêmio pelo risco foram descritos de acordo com o cenário do mercado.

#### **3.4.6.1 Cenário1: caso o preço futuro seja menor que o preço à vista para uma data futura ( $F_t < P_T$ )**

Neste caso foi considerado que a estratégia de comercialização para o *hedger* seria a de vender o café à vista, investir o dinheiro e economizar as despesas com o carregamento e entrega da mercadoria. Paralelamente a esta

ação, o *hedger* poderia comprar contratos futuros, garantindo assim a reposição dos estoques por um preço compensatório.

Se a posição líquida dos *hedgers* no mercado futuro é de compra, os especuladores estão com posição líquida de venda, ou seja, para o especulador o preço futuro esperado é menor que o preço futuro ( $E_t[F_T] < F_t$ ), caso em que o prêmio pelo risco é negativo ( $PR = E_t[F_T] - F_t$ ).

Caso  $F_T < F_t$  no encerramento do contrato, a expectativa do especulador terá se concretizado e este terá auferido lucros na negociação. Portanto, para toda região de preços que atenda  $F_T < F_t$  não existe risco para o especulador.

Caso  $F_T > F_t$  no encerramento do contrato, a estratégia do especulador terá se convertido em prejuízo. Portanto, toda a região caracterizada por  $F_T > F_t$  corresponde a uma área de risco.

Entretanto, no instante  $t$ ,  $F_T$  é apenas um valor esperado. Deste modo a área de risco esperada corresponde ao valor:

$$E_t[AR_T] = E_t[F_T] - F_t \quad \forall \quad E_t[F_T] > F_t \quad (52)$$

sendo  $E_t[AR_T]$  a esperança da área de risco.

Assumindo que os preços futuros têm distribuição normal, com média e variância conhecidas, a região compreendida entre  $E_t[F_T] > F_t$  teoricamente tende ao infinito. Deste modo, é necessário fixar um limite provável para  $E_t[F_T] > F_t$ , de tal modo que seja possível fixar um valor para o prêmio.

O limite para a região de risco foi fixado de acordo com o valor da base residual. Considerando que a base foi definida como  $B_t = P_t - F_t$ , então a base

em  $t$  reflete o custo de carregamento, transporte e um diferencial de qualidade ou valor de correção. Adicionando estes custos ao valor da base foi estabelecido um valor residual, ou seja:

$$BR_t = P_T - F_t \quad (53)$$

sendo  $BR_t$  o valor da base residual.

Definindo que no vencimento do contrato  $P_T = F_T$ , então pode-se induzir que  $E_t[P_T] = E_t[F_T]$ . Deste modo, para o *hedger*, o valor esperado da base residual pode ser descrito como:

$$E_t[BR_T] = E_t[F_T] - F_t \quad (54)$$

sendo  $E_t[BR_T]$  o valor esperado para a base residual.

Pelas equações (52) e (54), a área de risco esperada para o especulador corresponde ao valor esperado da base residual ( $E_t[AR_T] = E_t[BR_T]$ ).

Assumindo que a variável  $BR$  possui distribuição normal e limitando a área de risco entre duas coordenadas conhecidas,  $AR = \overline{BR}$  e  $AR = BR_t$ , sendo  $\overline{BR}$  a média da base residual, a probabilidade da área de risco -  $p(AR)$  - pode ser representada por  $p(\overline{BR} < AR < BR_t)$  quando a  $\overline{BR} < BR_t$ .

Uma vez que o cálculo do valor  $P_T$  inclui o valor de correção  $VC$ , então o valor da  $\overline{BR}$  é igual a zero, como segue:

$$\overline{BR} = \overline{P_T} - \overline{F_t} \quad (55)$$

$$\overline{P_T} = \overline{P_t} + \overline{CE} + VC \quad (56)$$

$$VC = \overline{F_t} - \overline{P_t} - \overline{CE} \quad (57)$$

$$\therefore \overline{BR} = 0 \quad (58)$$

Deste modo, a probabilidade da área de risco passa a ser  $p(0 < AR < BR_t)$  e pode ser obtida em termos de unidade reduzida:

$$Z = \frac{BR_t}{\sigma_{BR}} \quad (59)$$

sendo  $Z$  uma variável aleatória com função de densidade normal padronizada e  $\sigma_{BR}$  o desvio padrão da base residual.

Considerando  $p(AR)$  a probabilidade do especulador incorrer em algum prejuízo igual  $BR_t > 0$ , então a esperança matemática para o prejuízo será dada por  $AR \times p(AR)$ . Conseqüentemente, o especulador será atraído para uma posição futura de risco, no momento em que o *hedger* proporcionar uma cobertura para a área de risco esperada pelo especulador. Deste modo, o preço futuro está acima do preço futuro esperado para um *hedge* de compra, sendo a diferença o custo do seguro para o *hedger*. Este custo corresponde à área de risco do especulador:

$$Ch = AR \times p(AR) \quad (60)$$

sendo  $Ch$  o custo do seguro do *hedge*.

Neste cenário, considerando que o *hedger* está com uma posição futura de compra e que a  $BR_t > 0$ , então o  $Ch$  passa a ser positivo, ou seja, o *hedger* deve pagar um valor adicional sobre o preço futuro de compra, elevando o preço



futuro no instante  $t$  acima do preço futuro esperado em  $T$  ( $F_t > E[F_T]$ ), caracterizando um prêmio pelo risco negativo. Deste modo, o prêmio pelo risco corresponde a negativa do valor de  $Ch$ :

$$PR = -1 \times Ch \quad (61)$$

A Figura 5 representa a área de risco, a área de lucro e a região improvável de preços para um especulador, dada a relação entre o preço à vista para uma data futura e o preço futuro ou dado o valor da base residual, conforme a descrição das variáveis discutidas no texto.

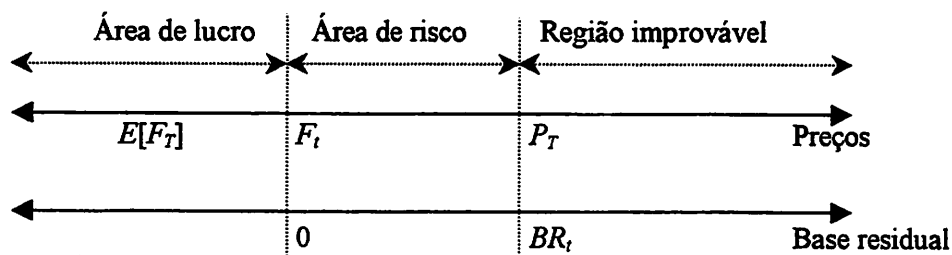


FIGURA 5 Representação da área de risco para o cenário 1, caso  $F_t < P_T$ .

### 3.4.6.2 Cenário 2: caso o preço futuro seja maior que o preço à vista para uma data futura ( $F_t > P_T$ )

Neste caso, foi considerado que a estratégia de comercialização para o *hedger* seria a de comprar o café à vista e armazenar. Simultaneamente, o *hedger* poderia vender café futuro e partir para a entrega. A diferença entre os preços nos dois mercados proporcionaria um lucro seguro, caracterizando uma operação de arbitragem.

O procedimento para estabelecer um valor teórico para o prêmio pelo risco para o cenário 2 será apresentado de modo resumido, por ser análogo ao procedimento utilizado no cenário 1.

Se a posição líquida dos *hedgers* no mercado futuro é de venda, os especuladores estão com posição líquida de compra, ou seja, para o especulador, o preço futuro esperado é maior que o preço futuro ( $E_t[F_T] > F_t$ ), caso em que o prêmio pelo risco é positivo.

Caso  $F_T > F_t$  no encerramento do contrato, a expectativa do especulador terá se concretizado e este terá auferido lucros na negociação. Portanto, para toda região de preços que atenda  $F_T > F_t$  não existe risco para o especulador.

Caso  $F_T < F_t$  no encerramento do contrato, a estratégia do especulador terá se convertido em prejuízo. Portanto, toda a região caracterizada por  $F_T < F_t$  corresponde a uma área de risco.

Para o especulador, a área de risco esperada será dada por:

$$E_t[AR_T] = E_t[F_T] - F_t, \quad \forall E_t[F_T] < F_t \quad (62)$$

Limitando a área de risco entre duas coordenadas conhecidas,  $AR = \overline{BR}$  e  $AR = BR_t$ , sendo  $\overline{BR}$  a média da base residual igual a zero, a probabilidade da área de risco,  $p(AR)$ , pode ser representada por  $p(0 > AR > BR_t)$  quando a  $\overline{BR} > BR_t$ . Deste modo a probabilidade da área de risco pode ser obtida em termos de unidade reduzida:

$$Z = \frac{BR_t}{\sigma_{BR}} \quad (63)$$

Considerando  $p(AR)$  a probabilidade do especulador incorrer em algum prejuízo igual  $BR_t < 0$ , então a esperança matemática para o prejuízo será dada por  $AR \times p(AR)$ . Considerando que o preço futuro esta abaixo do preço futuro esperado para um *hedge* de venda, sendo a diferença o custo do seguro para o *hedger*, então o custo do seguro corresponde a área de risco do especulador:

$$Ch = AR \times p(AR) \quad (64)$$

Neste cenário o *hedger* está com uma posição futura de venda e a  $BR_t < 0$ , então o  $Ch$  passa a ser negativo, ou seja, o *hedger* está negociando com um desconto sobre o preço futuro de venda, reduzindo o preço futuro no instante  $t$  abaixo do preço futuro esperado em  $T$  ( $F_t < E[F_T]$ ), caracterizando um prêmio pelo risco positivo. Deste modo, o prêmio pelo risco corresponde à negativa do valor de  $Ch$ :

$$PR = -1 \times Ch \quad (65)$$

O Anexo C, Tabelas 1C a 4C, apresenta os valores considerados para o cálculo do prêmio pelo risco e o respectivo valor do prêmio, para as regiões do Triângulo Mineiro, Alto Paranaíba, Zona da Mata e Sul de Minas.

A Figura 6 representa a área de risco, a área de lucro e a região improvável de preços para um especulador, dada a relação entre o preço à vista para uma data futura e o preço futuro ou dado o valor da base residual, conforme a descrição das variáveis discutidas no texto.

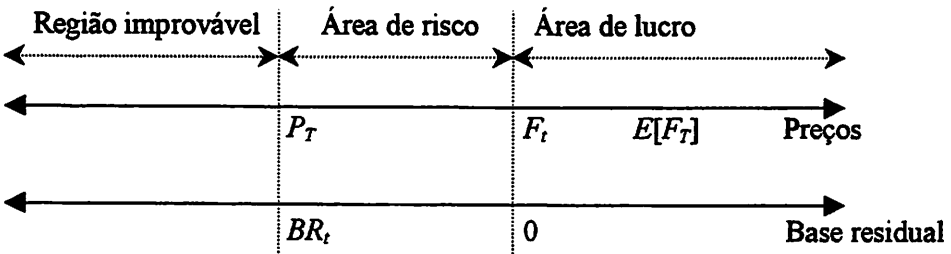


FIGURA 6 Representação da área de risco para o cenário 2, caso  $F_t > P_T$ .

### 3.4.6.3 Considerações sobre o cálculo do prêmio pelo risco

O valor de  $BR_t$  foi fixado como o limite superior para a área de risco quando  $F_t < P_T$  ou como o limite inferior para a área de risco quando  $F_t > P_T$ . Entretanto, a área de risco poderia exceder o valor de  $BR_t$ , mais explicitamente  $E_t[BR_T] > BR_t$ , para todo  $F_t < P_T$  ou  $E_t[BR_T] < BR_t$ , para todo  $F_t > P_T$ . Nestes casos, não existiria um limite para o valor do prêmio e este voltaria a tender ao infinito. Deste modo, são necessários alguns argumentos para validar a área de risco.

Admitindo que no vencimento  $F_T = P_T$ , portanto:

$$BR_T = P_T - F_T = 0 \quad (65)$$

Se  $BR_T$  tende a zero e  $BR_t > 0$ , então  $E_t[BR_T] < BR_t$ , caracterizando a improbabilidade do valor  $BR_t$  continuar a se elevar. Portanto, a probabilidade da  $E_t[BR_T] > BR_t$ , para todo  $F_t < P_T$ , foi considerada zero.

Se  $BR_T$  tende a zero e  $BR_t < 0$ , então  $E_t[BR_T] > BR_t$ , caracterizando a improbabilidade do valor  $BR_t$  continuar a diminuir. Portanto, a probabilidade da  $E_t[BR_T] < BR_t$ , para todo  $F_t > P_T$ , foi considerada zero.

Considerando a variável  $PR$  como uma função de probabilidade da variável  $BR_t$ , percebe-se que quanto mais negativo for o valor da base residual (menor o valor do preço à vista em relação ao preço futuro), mais positivo será o valor do prêmio, ou então, quanto mais positivo for o valor da base residual (maior o valor do preço à vista em relação ao preço futuro), mais negativo será o valor do prêmio. Uma vez que o custo de entrega pode ser determinado antecipadamente com razoável precisão, o valor da base residual depende principalmente da relação entre os preços à vista e futuro. Por consequência, pode-se esperar uma relação inversa entre o prêmio pelo risco e o valor da base.

Uma vez que a variável  $PR$  representa o prêmio pelo risco em função da base residual, então as posições líquidas entre os *hedgers* e especuladores podem

se diferenciar entre as regiões e, ainda, o valor do prêmio passa a ser variável em função da região em observação, podendo ser representado por:

$$PR_{t(i)} = f(BR_{t(i)}) \quad (66)$$

sendo o índice  $t$  a representação do mês de observação e  $(i)$  a representação da região.

Considerando que o prêmio pelo risco é um valor adicionado pelo especulador que, por sua vez, não tem interesse direto na mercadoria, então, o prêmio pelo risco não é afetado pela região de origem do ativo e sim por um preço à vista esperado, representativo de todo o mercado.

O procedimento para estabelecer um valor do prêmio pelo risco para todo o mercado foi primeiramente calcular o valor do prêmio para as regiões do Triângulo Mineiro, Alto Paranaíba, Zona da Mata e Sul de Minas; em seguida, o prêmio pelo risco foi obtido pela média dos valores do prêmio entre as regiões em estudo. Deste modo, as regiões representam uma amostra para a estimativa do prêmio, que pode ser representado por:

$$PR_t = \overline{PR_{t(i)}} \quad (67)$$

sendo  $\overline{PR_{t(i)}}$  a média dos prêmios pelo risco entre as regiões para o instante  $t$ .

Para o cálculo do prêmio pelo risco foram excluídos os valores discrepantes. Por exemplo, caso o prêmio fosse negativo para três regiões e positivo para uma região, era excluído o valor do prêmio positivo do cálculo da média, ou ainda, caso o valor do prêmio fosse negativo para duas regiões e positivo para as outras duas regiões, a média era calculada considerando as quatro regiões em estudo. Cabe ressaltar que o sinal do prêmio entre as regiões

do Triângulo Mineiro, Alto Paranaíba e Sul de Minas foi bastante homogêneo. Entretanto, para a Zona da Mata foi observado um maior número de resultados discrepantes.

O Anexo C, Tabela 5C, apresenta os valores do prêmio pelo risco para as regiões, o prêmio pelo risco médio após excluir os valores discrepantes e também apresenta as posições teóricas assumidas pelos *hedgers* e especuladores, caso o valor do prêmio fosse positivo ou negativo.

### 3.4.7 Liquidez

O nível de atividades dos diversos agentes no mercado futuro pode alterar o processo de descoberta dos preços. Um baixo índice de liquidez seria responsável pela fixação de um preço futuro diferente de um contrato negociado com altos índices de liquidez.

O procedimento de cálculo para a liquidez segue o proposto por Ward e Dasse (1977). A liquidez foi determinada dia-a-dia pela razão entre o número de contratos negociados e as mudanças absolutas dos contratos em aberto, sendo o número de contratos em aberto no dia subtraído do número de contratos em aberto do dia anterior. Deste modo, a liquidez pode ser expressa pela seguinte fórmula:

$$LQ_d = \frac{N_d}{|A_d - A_{d-1}|} \quad (68)$$

sendo  $LQ_d$  a liquidez no dia,  $N_d$  o número de contratos negociados no dia e  $|A_d - A_{d-1}|$  a mudança absoluta dos contratos em aberto de um dia para o outro.

Caso a mudança absoluta dos contratos em aberto fosse igual a zero, calculava-se a liquidez pelo número de contratos negociados no dia.

Considerando que os dados foram agrupados mês a mês, a liquidez mensal foi determinada de acordo com o valor mediano da liquidez no período, podendo ser expressa por:

$$LQ_t = LQ_t^{md} \quad (69)$$

sendo  $LQ_t^{md}$  o valor mediano da liquidez durante o mês  $t$ .

O uso do valor mediano para o cálculo da liquidez foi devido à grande dispersão observada na liquidez diária. Dois motivos contribuíram para uma grande dispersão na liquidez diária: o primeiro foi devido aos casos em que as mudanças absolutas dos contratos em aberto eram iguais a zero, fazendo com que o valor da liquidez fosse igual ao número de contratos negociados, e o segundo foi devido ao elevado número de contratos negociados em alguns dias, se diferenciando do restante do mês. Deste modo, foi utilizada a mediana para evitar que os valores extremos interferissem no valor da liquidez do mês.

O efeito da liquidez sobre o valor da base seguiu os argumentos desenvolvidos por Ward (1974) e Pennings e Meulenberg (1997). A hipótese formulada considerou que o aumento da liquidez no mercado futuro colabora para a descoberta do preço de equilíbrio, reduzindo o valor absoluto da base, ou ainda, direcionando o valor da base residual para zero. Deste modo, o efeito da liquidez sobre o valor da base dependeria do cenário de preços.

- a) Cenário 1: caso o valor da base residual seja positivo ( $F_t < P_T$ ). Neste caso, a hipótese formulada considerou que um aumento da liquidez resultaria em um maior número de ordens de compra pelos agentes de comercialização, resultando em um aumento de  $F_t$  de modo a atrair outros agentes para assumir a contraparte do contrato. Esta situação caracteriza um enfraquecimento da base.



- b) Cenário 2: caso o valor da base residual seja negativo ( $F_t > P_T$ ). Neste caso, a hipótese formulada considerou que o aumento da liquidez resultaria em um maior número de ordens de vendas, implicando em uma queda do  $F_t$  e fortalecendo a base.

Percebe-se que as hipóteses para a liquidez estão diretamente relacionadas ao valor do prêmio pelo risco, conforme formulado neste trabalho. Considerando que o aumento da liquidez estreita a relação entre  $P_T$  e  $F_t$ , reduzindo o valor da base residual, então, em mercados de grande liquidez, o prêmio pelo risco tenderia a zero.

Considerando o prêmio pelo risco como um desconto no retorno de uma posição futura, então o argumento do aumento da liquidez como redutor do valor do prêmio é condizente com a proposição de Lippman e McCall (1986), os quais associaram o aumento da liquidez com a redução do desconto de uma venda rápida do ativo.

#### **3.4.8 Razão de precipitação pluviométrica**

O efeito da precipitação sobre a produção, preço do café e diferencial de base foi formulado considerando-se que quanto maior a precipitação maior o aumento esperado na produção. O efeito de uma maior produção implica em um aumento do inventário e, conseqüentemente, deve enfraquecer a base.

Foi considerado que a formação do preço do café em função da precipitação ocorre de maneira antecipada. Portanto, os agentes de comercialização devem possuir boa capacidade de prever o regime de chuvas para um período próximo.

Devido a dificuldade em avaliar a expectativa do agente em relação ao regime de chuvas, considerou-se que o agente é capaz de prever a média da precipitação durante o mês vigente e dos próximos três meses com bastante

precisão. Deste modo, o agente pode concluir se o regime de chuvas para os próximos meses será superior ou inferior à média da precipitação normal para o período. Assim sendo, a razão de precipitação foi dada pela seguinte fórmula:

$$RPP_{t(i)} = \left( \frac{\hat{H}_{(i)}}{\overline{Hn}_{(i)}} \right) \times 100 \quad (70)$$

sendo  $RPP_t$  a razão de precipitação pluviométrica, dada em porcentagem e alocada para o primeiro mês da previsão,  $\hat{H}$  a precipitação média prevista para o período,  $\overline{Hn}$  a média da precipitação normal para o período e  $(i)$  as regiões onde foram coletados os dados de precipitação.

Para o cálculo da precipitação normal de cada mês foi considerada a média dos totais de precipitação, mês a mês, durante o período de 1995 a 1998. Para o cálculo da precipitação média prevista, foi considerado que esta é igual à precipitação média ocorrida no período ( $\overline{H}$ ). Cabe ressaltar que foram avaliados períodos de previsão de três a seis meses, sendo que o de quatro ofereceu o melhor ajuste.

Deste modo, um aumento de  $\hat{H}$  em relação a  $\overline{Hn}$  resulta em um aumento da  $RPP$  e, por conseguinte, deve enfraquecer a base.

O procedimento de cálculo da variável  $RPP$  implicou em aceitar o pressuposto de que  $\hat{H} = \overline{H}$ . Dois fatores contribuem para a validade deste argumento. O primeiro consiste nos avanços da tecnologia utilizada pelas agências de meteorológicas, capazes de fazer previsões de médio prazo com razoável precisão. O segundo consiste na ampla utilização destas previsões pelos agentes de comercialização.

Os dados de precipitação pluviométrica foram fornecidos pelos observatórios meteorológicos da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas

Gerais (EPAMIG). Para as regiões do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, foram utilizados os dados da estação de Uberaba; para a Zona da Mata os dados da estação de Viçosa e para o Sul de Minas foram utilizados os dados da estação de Machado.

### **3.4.9 Razão da temperatura**

O efeito da temperatura sobre a produção, preço do café e diferencial de base foi formulado considerando-se que quanto mais altas as temperaturas durante o outono e inverno, maior a produção e, por outro lado, quanto mais baixas as temperaturas durante a primavera e verão, maior a produção.

De maneira análoga às expectativas dos agentes em relação ao regime de chuvas, considerou-se que os agentes de comercialização incorporam ao preço futuro suas expectativas em relação às condições de temperatura para um período próximo.

Foi considerado que as previsões das temperaturas de outono e inverno influenciam na formação do preço entre os meses de janeiro a junho. A partir de julho, o efeito das baixas temperaturas já estaria incorporado ao preço do café e, portanto, de julho a dezembro as temperaturas previstas para a primavera e verão seriam o fato novo a ser incorporado ao preço.

Devido a dificuldade em avaliar a expectativa do agente em relação às condições de temperaturas, considerou-se que o agente seria capaz de prever de forma acertada a média mensal das temperaturas mínimas ou a média mensal das temperaturas máximas durante os períodos de interesse. Os períodos de interesse para as temperaturas máximas e mínimas foram estabelecidos de acordo com a Tabela 1.

**TABELA 1** Período de interesse para a previsão das temperaturas máximas e mínimas, de acordo com o mês de previsão.

<b>Mês da previsão</b>	<b>Período de interesse</b>	<b>Temperatura em observação</b>
Janeiro	De fev. a ago.	Média mínima mensal
Fevereiro	De mar. a ago.	Média mínima mensal
Março	De abr. a ago.	Média mínima mensal
Abril	De maio a ago.	Média mínima mensal
Mai	De jun. a ago.	Média mínima mensal
Junho	De jul. a ago.	Média mínima mensal
Julho	De ago. a fev.	Média máxima mensal
Agosto	De set. a fev.	Média máxima mensal
Setembro	De out. a fev.	Média máxima mensal
Outubro	De nov. a fev.	Média máxima mensal
Novembro	De dez. a fev.	Média máxima mensal
Dezembro	De jan. a fev.	Média máxima mensal

A razão de temperatura foi obtida pela união entre as razões de temperatura mínima e máxima, ou seja:

$$RT_{\overline{MIN}(i)} = \left( \frac{\hat{T}_{\overline{MIN}(i)}}{T_{\overline{MIN}(i)}} \right) \times 100 \quad (71)$$

$$RT_{\overline{MAX}(i)} = \left( \frac{T_{\overline{MAX}(i)}}{\hat{T}_{\overline{MAX}(i)}} \right) \times 100 \quad (72)$$

$$RT_{(i)} = RT_{\overline{MIN}(i)} \cup RT_{\overline{MAX}(i)} \quad (73)$$

sendo  $RT_{\overline{MIN}}$  a razão de temperatura mínima dada em porcentagem e alocada entre os meses de janeiro a junho,  $\hat{T}_{\overline{MIN}}$  a média prevista para o período de interesse da temperatura mínima média mensal,  $T_{\overline{MIN}}$  a média normal para o período de interesse da temperatura mínima média mensal;  $RT_{\overline{MAX}}$  a razão de temperatura máxima dada em porcentagem e alocada entre os meses de julho a dezembro,  $\hat{T}_{\overline{MAX}}$  a média prevista para o período de interesses da temperatura máxima média mensal,  $T_{\overline{MAX}}$  a média normal para o período de interesse da temperaturas máxima média mensal;  $RT$  a razão de temperatura, (i) as regiões onde foram coletados os dados de temperatura e  $\cup$  corresponde à notação matemática para união.

Considerando o caso de temperaturas favoráveis à cafeicultura, ou seja, aumento de  $\hat{T}_{\overline{MIN}}$  ou redução de  $\hat{T}_{\overline{MAX}}$ , verifica-se, pelas equações (71) e (72), que ocorre um simultâneo aumento em  $RT$  e, por conseguinte, a hipótese formulada considera que um aumento de  $RT$  propicia um enfraquecimento da base.

Para o cálculo das temperaturas  $T_{\overline{MIN}}$  e  $T_{\overline{MAX}}$ , primeiramente foram consideradas, mês a mês, as temperaturas máximas médias mensais e as mínimas médias mensais, durante os anos de 1995 a 1998. Em seguida, estas médias mensais foram agrupadas de acordo com o período de interesse da previsão e de acordo com a temperatura em observação, conforme descrito na Tabela 1, sendo a média das temperaturas em observação durante os anos de 1995 a 1998 o valor da média normal das temperaturas mínima média mensal ou máxima média mensal ( $T_{\overline{MIN}}$  e  $T_{\overline{MAX}}$ ).

Para o cálculo das médias previstas para o período de interesse das temperaturas máxima e mínima média mensal ( $\hat{T}_{MAX}$  e  $\hat{T}_{MIN}$ ), considerou-se que estas são iguais às médias mensais observadas das temperaturas máxima e mínima média mensal ( $\bar{T}_{MAX}$  e  $\bar{T}_{MIN}$ ) durante o período de interesse, ou seja, a temperatura estimada seria igual a temperatura observada. Três fatores contribuem para a validade deste argumento: o primeiro refere-se aos avanços da tecnologia utilizada pelas agências de meteorologia, capazes de fazer previsões de médio prazo com razoável precisão; o segundo refere-se a ampla utilização destas previsões pelos agentes de comercialização e o terceiro reside no procedimento de cálculo utilizado, pois, conforme os meses vão passando, o período de interesse para a previsão vai diminuindo, possibilitando aos agentes acumular informações sobre as temperaturas passadas, implicando em um processo de ajuste das expectativas.

Os dados de temperatura foram fornecidos pelos observatórios meteorológicos da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG). Para as regiões do Triângulo e Alto Paranaíba, foram utilizados os dados da estação de Uberaba, para a Zona da Mata os dados da estação de Viçosa e para o Sul de Minas foram utilizados os dados da estação de Machado.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A utilidade do *hedging* como mecanismo de redução do risco de preço para o mercado do café em Minas Gerais foi analisada em função dos fatores região, mês de vencimento do contrato, ano e período de duração do *hedging*.

As estatísticas selecionadas para a avaliação do agronegócio do café foram o risco de base, o risco de preço à vista, a efetividade do *hedging* e a razão de *hedge* de mínima variância.

A Tabela 2 fornece as médias e os desvios padrões (Des. p.) do risco de base e do risco de preço à vista ( $P_i$ ) em relação a cada fator analisado. A Tabela 3 fornece as médias e os desvios padrões da efetividade do *hedging* e da razão de *hedge* de mínima variância ( $h^*$ ).

O Triângulo Mineiro, o Alto Paranaíba, a Zona da Mata e o Sul de Minas, foram representadas nas Tabela 2 e 3 pelas letras T, AP, ZM e S, respectivamente; contrato representa o mês de vencimento do contrato, sendo analisado os cinco vencimentos para o café negociados pela BM&F; ano representa o ano de encerramento do *hedge* e os períodos de duração de 1, 3 e 6 meses do *hedge* estão representados por duração. O número de observações ( $n$ ) por fator é variável, dependendo do agrupamento, conforme discutido no item 3.3 deste trabalho.

**TABELA 2** O risco de base e o risco de preço à vista para o agronegócio do café em Minas Gerais, frente aos fatores região, contrato, ano e duração. Valores em US\$/saca.

Fatores		n	Risco de base		Risco de $P_t$	
			Média	Des. p.	Média	Des. p.
Região	T	137	5,79	4,07	12,51	8,31
	AP	137	5,70	4,10	12,70	8,45
	ZM	137	6,04	3,89	11,64	7,36
	S	137	5,64	4,21	12,47	8,40
Contrato	Março	128	4,54	2,12	10,86	6,54
	Maio	88	5,27	1,76	13,68	9,38
	Julho	92	8,10	4,50	15,29	9,41
	Setembro	96	7,36	5,70	14,88	8,60
	Dezembro	144	4,76	3,88	9,22	5,75
Ano	1995	116	4,86	3,22	8,59	4,11
	1996	144	4,96	3,21	9,71	5,52
	1997	144	7,12	3,49	17,18	8,93
	1998	144	6,10	5,39	13,10	9,30
Duração	1 mês	192	3,65	2,03	6,61	3,76
	3 meses	184	5,27	2,87	12,36	6,23
	6 meses	172	8,79	4,99	18,69	8,76

Fonte: dados da pesquisa.



Observando-se a linha para o Triângulo Mineiro (T) da Tabela 2, verifica-se que o risco de base médio para a região foi de US\$ 5,79/saca, com um desvio padrão de US\$ 4,07/saca. Este resultado pressupõe que a variação do risco de base foi de US\$ 4,07/saca para mais ou para menos, para 68% das observações, considerando uma distribuição normal dos dados. De maneira análoga podem ser interpretadas as outras observações. Idem para as observações do risco de preço à vista. Comparando as colunas com os valores médios do risco de base e do risco de preço à vista ( $P_t$ ), observa-se que o risco de base é menor para todos os fatores em observação.

A interpretação da Tabela 3 se dá de maneira análoga à Tabela 2, entretanto, as variáveis em observação são a efetividade e razão de *hedge*  $h^*$ . Observando os valores médios da efetividade e da razão de *hedge*  $h^*$  para o Triângulo Mineiro, verifica-se uma redução do risco de preço à vista de 60% quando utilizada a razão de *hedge* de 0,79.

**TABELA 3** A efetividade do *hedging* e a razão de *hedge* de mínima variância para o agronegócio do café em Minas Gerais frente aos fatores região, contrato, ano e duração.

		Efetividade			Razão de hedge $h^*$	
Fatores		n	Média	Des. p.	Média	Des. p.
Região	T	137	0,60	0,25	0,79	0,26
	AP	137	0,61	0,25	0,82	0,27
	ZM	137	0,52	0,29	0,66	0,26
	S	137	0,62	0,23	0,79	0,21
Contrato	Março	128	0,65	0,22	0,74	0,21
	Maiο	88	0,56	0,28	0,76	0,29
	Julho	92	0,53	0,30	0,76	0,32
	Setembro	96	0,58	0,26	0,82	0,22
	Dezembro	144	0,58	0,23	0,76	0,25
Ano	1995	116	0,60	0,25	0,68	0,24
	1996	144	0,42	0,27	0,64	0,30
	1997	144	0,70	0,19	0,81	0,19
	1998	144	0,63	0,22	0,92	0,19
Duração	1 mês	192	0,62	0,27	0,77	0,33
	3 meses	184	0,60	0,25	0,76	0,22
	6 meses	172	0,53	0,24	0,77	0,19

Fonte: dados da pesquisa.

#### 4.1 O *hedging* como instrumento de redução do risco de preço

O risco de preço à vista foi comparado com o risco de base pelo teste  $t$  para as 548 observações. O resultado da análise foi significativo, indicando que o risco de preço à vista foi maior que o risco de base, com probabilidade de acerto superior a 99%. Considerando as 548 observações, a média do risco de base foi de US\$ 5,80/saca contra uma média de risco de preço à vista de US\$ 12,33/saca, com um valor de  $t = 24,85$ .

Considerando a possibilidade de o agente de comercialização adotar o modelo de carteira de investimentos para a prática do *hedging*, a efetividade foi analisada pelo teste  $t$  para o coeficiente de inclinação.

A análise da efetividade demonstrou que, dos 548 vencimentos analisados, 500 foram significativos a 99%, 24 foram significativos a 95% e 24 foram não significativos. Os valores significativos indicam que a efetividade foi diferente de zero e, portanto, o *hedge* foi considerado efetivo como redutor do risco de preço.

De modo a complementar a análise da efetividade para uma posição de mínimo risco, a razão de *hedge* foi avaliada buscando verificar se o tamanho da posição no mercado futuro foi diferente do tamanho da posição no mercado à vista. Os resultados dos 548 vencimentos analisados indicaram que 314 foram significativos a 99%, 55 foram significativos a 95% e 179 foram não significativos. Os valores significativos para a razão de *hedge* indicam que a proporção de *hedge* de mínima variância foi geralmente inferior à unidade. Portanto, com o interesse em minimizar o risco de uma carteira de investimentos formada pelas posições à vista e futura do ativo, o agente deve adquirir um valor de face, em contratos futuros, inferior ao valor da sua posição à vista.

## 4.2 O comportamento do *hedging* frente aos fatores região, vencimento, ano e duração

Visando uma análise mais detalhada do comportamento do *hedge* para o agronegócio do café, o risco de base, o risco de preço à vista, a efetividade e a razão de *hedge* de mínima variância foram analisadas em relação aos fatores região, vencimento do contrato, ano e duração do *hedge*, pelo teste de Tukey para médias, ao nível de significância de 5%.

Os resultados das análises para o fator região estão apresentados na Tabela 4. As regiões do Triângulo Mineiro, Alto Paranaíba, Zona da Mata e Sul de Minas estão representadas, respectivamente, pelas letras T, AP, ZM e S. Os valores apresentados correspondem às médias das 137 observações por região (Tabelas 2 e 3). As médias seguidas com a mesma letra indicam resultado não significativo entre as regiões e devem ser observadas para cada variável dependente individualmente.

TABELA 4 Resultados do teste de Tukey para o fator região.

Fator		Variáveis dependentes		
Região	Risco de base (US\$/saca)	Risco de $P_t$ (US\$/saca)	Efetividade $R^2$	Razão de <i>hedge</i> $h^*$
T	5,79 <sup>a</sup>	12,51 <sup>a</sup>	0,60 <sup>a</sup>	0,79 <sup>a</sup>
AP	5,70 <sup>a</sup>	12,70 <sup>a</sup>	0,61 <sup>a</sup>	0,82 <sup>a</sup>
ZM	6,09 <sup>a</sup>	11,64 <sup>a</sup>	0,52 <sup>b</sup>	0,66 <sup>b</sup>
S	5,64 <sup>a</sup>	12,47 <sup>a</sup>	0,62 <sup>a</sup>	0,79 <sup>a</sup>

Fonte: dados da pesquisa.

Os resultados das análises indicam que o nível de exposição ao risco de base não difere entre as regiões do Triângulo Mineiro, Alto Paranaíba, Zona da Mata e Sul de Minas. Igual resultado foi obtido para o risco de preço à vista. Desta forma, considerando que o risco de base foi significativamente inferior ao risco de preço à vista, pode-se inferir que o *hedge* do café proporcionou uma redução de risco por unidade do ativo semelhante entre as regiões estudadas.

Considerando uma posição de mínimo risco, os resultados indicaram uma menor efetividade do *hedging* para a Zona da Mata. Um menor valor para a efetividade indica uma menor correspondência entre as variações dos preços à vista e futuro e, conseqüentemente, uma menor capacidade do *hedge* em reduzir o risco de preço para a região da Zona da Mata.

A análise da razão de *hedge* de mínima variância ( $h^*$ ) segue os resultados apontados pela efetividade. Observou-se que a razão de *hedge* recomendada para minimizar o risco de variação de preços foi significativamente inferior para a Zona da Mata, o que não constitui uma surpresa, uma vez que a importância econômica do café arábica na região é menor, comparativamente, impondo um menor volume de comercialização, resultando em uma menor inter-relação entre os mercados à vista e futuro do café.

A menor correlação entre o preço futuro e o preço à vista do café na Zona da Mata pode ainda ser atribuída a outros fatores que propiciam condições ímpares para o agronegócio da Zona da Mata. Entre estes fatores, cita-se o maior relacionamento com os mercados do Rio de Janeiro e Espírito Santo, especialmente no que diz respeito ao transporte de mercadorias, abastecimento do mercado local e regional, exportação, infra-estrutura de armazenamento e meios de comunicação. A menor relação econômica entre a Zona da Mata e o mercado de São Paulo seria responsável pela menor correlação entre os preços futuro e à vista do café.

Os resultados das análises para o fator mês de vencimento do contrato estão apresentados na Tabela 5, cuja interpretação ocorre de maneira análoga à Tabela 4.

**TABELA 5** Resultados do teste de Tukey para o fator mês de vencimento do contrato contrato.

Fator	Variáveis dependentes			
	Risco de base (US\$/saca)	Risco de $P_t$ (US\$/saca)	Efetividade $R^2$	Razão de <i>hedge</i> $h^*$
Março	4,54 <sup>b</sup>	10,86 <sup>bc</sup>	0,66 <sup>a</sup>	0,74 <sup>a</sup>
Maio	5,27 <sup>b</sup>	13,68 <sup>ab</sup>	0,56 <sup>b</sup>	0,76 <sup>a</sup>
Julho	8,10 <sup>a</sup>	15,29 <sup>a</sup>	0,53 <sup>b</sup>	0,76 <sup>a</sup>
Setembro	7,36 <sup>a</sup>	14,88 <sup>a</sup>	0,58 <sup>b</sup>	0,82 <sup>a</sup>
Dezembro	4,76 <sup>b</sup>	9,22 <sup>c</sup>	0,58 <sup>b</sup>	0,76 <sup>a</sup>

Fonte: dados da pesquisa.

Pela Tabela 5 observa-se um maior risco de base para os contratos com vencimento em julho e setembro.

Considerando que o encerramento do *hedge* ocorreu um mês antes do vencimento do contrato, então o vencimento de julho representa o risco de base para o mês de junho para um *hedging* com duração de um mês. Para o *hedging* com duração de três meses, o vencimento de julho representa o risco de base no período de abril a junho e, para o *hedging* com duração de seis meses, o vencimento de julho representa o risco de base no período de janeiro a junho. Igual interpretação deve ser feita para o vencimento de setembro. Considerando que a colheita do café se concentra nos meses de maio a setembro, percebe-se que o aumento do risco de base ocorre nos meses anteriores ou de início da

colheita, período este de maior incerteza na formação dos preços devido à entrada da nova safra. Este resultado acompanha a proposição de Milonas (1986), que referiu-se ao aumento do risco de base nos períodos que antecedem a colheita.

A questão do aumento do risco de base para o período de entrada da nova safra de café reflete em um maior risco para o *hedge* de antecipação. Deste modo, conforme descreveu Working (1962), os períodos que antecedem à colheita caracterizam o *hedge* de antecipação e devem ser seguidos de um monitoramento contínuo de preços para a prática do *hedging*.

A coluna relativa ao risco de preço à vista apresentou resultados semelhantes ao risco de base. Deste modo, o maior risco de base no período que antecede a colheita foi considerado uma característica normal do mercado, ou seja, o maior risco do *hedge* de antecipação não foi provocado por desvios nas cotações dos preços futuros.

O resultado das análises para as variáveis efetividade e razão de *hedge* reforça a conclusão de que o maior risco do *hedge* de antecipação foi devido aos fatores normais do mercado. Observa-se que a efetividade e a razão de *hedge* foram bastante homogêneas em relação ao mês de vencimento do contrato, proporcionando níveis de redução de risco semelhantes, inclusive durante o período precedente à colheita. Portanto, os preços futuro e à vista responderam de modo semelhante às incertezas geradas pelo mercado ao longo do ano.

Uma exceção em relação à homogeneidade da efetividade do *hedging* foi observada para o vencimento do mês de março. Buscando uma explicação para a maior efetividade para março, pode-se argumentar que as informações sobre o volume da nova safra têm uma influência menor na definição de um preço de mercado para esse vencimento, provocando uma menor perturbação entre os preços à vista e futuro, como também que os estoques existentes no período anterior ao vencimento de março proporcionam um razoável

abastecimento do mercado, inviabilizando a presença de uma taxa de conveniência. Deste modo, o preço futuro do café para março passa a ser influenciado principalmente pelo custo de carregamento dos estoques, sendo, portanto, as causas de variação de preço de maior controle, facilitando a definição de um preço de mercado.

Os resultados das análises para o fator ano estão apresentados na Tabela 6 e sua interpretação ocorre de maneira análoga à Tabela 4.

TABELA 6 Resultados do teste de Tukey para o fator ano.

Fator		Variáveis dependentes		
Ano	Risco de base (US\$/saca)	Risco de $P_t$ (US\$/saca)	Efetividade $R^2$	Razão de <i>hedge</i> $h^*$
1995	4,86 <sup>b</sup>	8,59 <sup>c</sup>	0,60 <sup>b</sup>	0,68 <sup>c</sup>
1996	4,96 <sup>b</sup>	9,71 <sup>c</sup>	0,42 <sup>c</sup>	0,64 <sup>c</sup>
1997	7,12 <sup>a</sup>	17,18 <sup>a</sup>	0,70 <sup>a</sup>	0,81 <sup>b</sup>
1998	6,10 <sup>ab</sup>	13,18 <sup>b</sup>	0,63 <sup>b</sup>	0,92 <sup>a</sup>

Fonte: dados da pesquisa.

Pela Tabela 6 observa-se que o risco de base foi maior para os anos de 1997 e 1998. Um maior risco de base implica em um maior risco para o *hedger*. Entretanto, o agente de comercialização interessado em reduzir o risco deve avaliar comparativamente o risco de base em relação ao risco de preço à vista. Observa-se que o risco de preço à vista foi também maior para os anos de 1997 e 1998.

A observação das colunas de efetividade e razão de *hedge* permitem uma melhor avaliação do *hedge* entre os anos estudados. Observa-se que, apesar do maior risco de base nos anos de 1997 e 1998, a efetividade nestes anos foi



significativamente maior, inclusive elevando a razão de *hedge* de mínimo risco, ou seja, os contratos futuros foram mais efetivos no aspecto de redução do risco para anos de maior volatilidade de preço. Pode-se argumentar que o aumento do risco de preço atraiu os agentes do mercado de café para uma posição de *hedge*, contribuindo para uma maior correspondência entre os mercados futuro e físico.

Considerando que as informações de preço fornecidas pelo mercado futuro reduzem a variabilidade do preço à vista, conforme relataram Powers (1970), Peck (1976), Turnovsky (1979) e Netz (1995) e considerando o aumento do número de contratos futuros do café nos anos recentes, conforme relataram Martines Filho e Irwin (1999), seria esperada uma redução da variabilidade do preço à vista para os anos de 1997 e 1998. Entretanto, este não foi o resultado observado. Provavelmente, a razão para um aumento do risco de preço à vista nos anos recentes se encontra além dos limites da relação entre o preço futuro e o preço à vista e constitui objeto de pesquisa para futuras investigações.

Os resultados das análises para o fator duração do *hedge* estão apresentados na Tabela 7 e sua interpretação ocorre de maneira análoga à Tabela 4.

TABELA 7 Resultados do teste de Tukey para o fator duração do contrato.

Fator	Variáveis dependentes			
	Duração	Risco de base (US\$/saca)	Risco de $P_t$ (US\$/saca)	Efetividade $R^2$
1 mês	3,65 <sup>c</sup>	6,61 <sup>c</sup>	0,62 <sup>a</sup>	0,77 <sup>a</sup>
3 meses	5,27 <sup>b</sup>	12,36 <sup>b</sup>	0,60 <sup>a</sup>	0,76 <sup>a</sup>
6 meses	8,79 <sup>a</sup>	18,68 <sup>a</sup>	0,53 <sup>b</sup>	0,77 <sup>a</sup>

Fonte: dados da pesquisa.

Pela Tabela 7 observa-se que, quanto maior o período de duração, maior o risco de base e maior o risco de preço. Este resultado era esperado, uma vez que os períodos de duração maiores possibilitam uma maior amplitude de preços, resultando em maior volatilidade.

Os contratos com duração de um e três meses apresentaram uma maior efetividade do *hedging*. Por construção, os menores período de duração do *hedge* se encontravam mais próximos do vencimento e, deste modo, pode-se argumentar que os agentes de comercialização reagem mais intensamente às informações do mercado, imprimindo uma maior correspondência entre os preços à vista e futuro. Este resultado pode ser interpretado como uma evidência do efeito da maturidade.

Para o período de duração do *hedge* de seis meses observou-se uma menor efetividade, podendo-se argumentar que, no início deste um *hedge* com longa duração, existe uma maior dificuldade na previsão do preço do café no mercado, possibilitando que as variações de preço à vista e futuro sigam por direções distintas, reduzindo assim a efetividade do *hedge* de longa duração.

Acrescentando à discussão o fato de as razões de *hedge* não terem se alterado para o fator duração, percebeu-se que a menor efetividade do *hedge* para o período de seis meses não foi suficiente para perturbar a relação entre os preços. Desta forma, a redução da efetividade do *hedging* para os períodos de maior duração foi limitada. Um limite para a relação entre os preços encontra-se, por exemplo, nos casos em que as diferenças entre os preços à vista e futuro possibilitem evidentes oportunidades de arbitragem.

Cabe ressaltar que a maior efetividade do *hedge* para períodos de menor duração pode estar relacionada ao procedimento de Cochrane-Orcutt utilizado para a estimativa dos parâmetros da regressão entre o preço à vista e futuro. Dependendo do procedimento de análise utilizado, conforme Kmenta (1989), as propriedades dos estimadores para séries temporais auto-regressivas de pequenas

amostras podem apresentar comportamento distinto. Deste modo, considerando que o número de observações para o *hedge* de um e três meses de duração foi substancialmente menor que para o *hedge* de seis meses e que o procedimento de Cochrane-Orcutt possibilitou uma correção da auto-correlação mais significativa para períodos com maior número de observações (Tabelas 1A a 12A), pode-se argumentar que as estimativas de efetividade para períodos de menor duração podem estar enviesadas relativamente aos períodos de maior duração do *hedge*.

Diante do exposto, como sugestão à continuidade do presente trabalho, uma avaliação dos parâmetros estimados pela regressão entre os preços à vista e futuro, por diferentes procedimentos de correção da auto-correlação serial dos resíduos, para diferentes períodos de duração do *hedge*, pode ser uma contribuição útil para a discussão da efetividade em função da duração do *hedge*.

A possibilidade de desvios nas estimativas da efetividade e razão de *hedge* não compromete as análises em relação aos fatores região, contrato e ano, uma vez que as médias observadas abrangem os três períodos de duração do *hedge* e, deste modo, os possíveis desvios teriam sido distribuídos igualmente entre os fatores.

Os resultados das análises do *hedging* frente aos fatores região, vencimento, ano e duração forneceram uma visão mais abrangente do comportamento do *hedge* para o agronegócio do café. Entretanto, nesta pesquisa não foram exploradas as variáveis explicativas para o risco de base, ou para o risco de preço à vista, ou para a efetividade do *hedging*, deixando em aberto a necessidade de uma modelagem econométrica para estas questões.

### 4.3 Resultados do modelo empírico da base

O modelo econômico para explicar o comportamento da base no agronegócio do café nas regiões do Triângulo Mineiro, Alto Paranaíba, Zona da Mata e Sul de Minas foi definido pela seguinte equação:

$$B_{t(i)} = \beta_0 + \beta_1 GOV_t + \beta_2 COM_t + \beta_3 PRO_t + \beta_4 REX_t + \beta_5 TC_t + \beta_6 PR_t + \beta_7 LQ_t + \beta_8 RPP_{t(i)} + \beta_9 RT_{t(i)} + e_{t(i)} \quad (74)$$

sendo  $B$  o valor médio da base,  $\beta_0$  a  $\beta_9$  representam os coeficientes da regressão,  $GOV$ ,  $COM$ ,  $PRO$ ,  $REX$ ,  $TC$ ,  $PR$ ,  $LQ$ ,  $RPP$  e  $RT$  representam, respectivamente, as variáveis vendas de café do Governo Federal, consumo, produção, razão de exportação, taxa de conveniência, prêmio pelo risco, liquidez, razão de precipitação pluviométrica e razão de temperatura, conforme descritas na metodologia,  $e$  representa o componente de erro aleatório, o índice  $t$  é a representação do mês de observação e o índice  $i$  representa a região, estando presente nas variáveis cujos dados são regionais.

O modelo foi testado para as quatro regiões produtoras, incluindo todas as variáveis. Os resultados para a região do Triângulo Mineiro são apresentados na Tabela 8.

TABELA 8 Resultados do modelo econométrico da base para a região do Triângulo Mineiro.

Variáveis independentes	Coefficientes da regressão	Desvio padrão	Teste <i>t</i>	Nível de significância
<i>GOV</i>	-0,019	0,0070	-2,86	0,007
<i>COM</i>	0,047	0,0096	4,88	0,000
<i>PRO</i>	-0,964	0,1322	-7,30	0,000
<i>REX</i>	0,127	0,0291	4,37	0,000
<i>TC</i>	0,019	0,0085	2,23	0,032
<i>PR</i>	-0,342	0,1375	-2,49	0,017
<i>LQ</i>	0,001	0,0010	1,21	0,234
<i>RPP</i>	-0,077	0,0253	-3,04	0,004
<i>RT</i>	-0,237	0,1034	-2,29	0,028
Constante	-5,026	12,5424	-0,40	0,6910
$R^2$	0,7814			
$R^2_{\text{ajustado}}$	0,7207			
<i>DW</i>	1,81			
<i>n</i>	48			

Fonte: dados da pesquisa.

Os coeficientes da regressão apresentados na Tabela 8 indicaram, para a variável vendas do Governo Federal (*GOV*), que para cada mil sacas leiloadas pelo Governo ocorreu um enfraquecimento da base de aproximadamente 2 centavos de dólar por saca (US\$/saca). Para consumo (*COM*), um aumento de mil sacas refletiu em um fortalecimento da base de 5 centavos (US\$/saca); para produção (*PRO*), um aumento na safra colhida de um milhão de sacas enfraqueceu a base em 96 centavos (US\$/saca); para razão de exportação (*REX*), um aumento de 1% implicou em um fortalecimento da base de 13 centavos (US\$/saca); para taxa de conveniência (*TC*), um aumento de 1% implicou em um fortalecimento da base em 2 centavos (US\$/saca); para o prêmio pelo risco (*PR*), o aumento de um dólar no valor do prêmio implicou em um enfraquecimento da base em 34 centavos (US\$/saca); para a liquidez (*LQ*), um aumento de 1% implicou em um fortalecimento da base em 0,1 centavo (US\$/saca), para razão de precipitação pluviométrica (*RPP*), um aumento de 1% implicou em um enfraquecimento da base de 8 centavos (US\$/saca); para razão de temperatura (*RT*), um aumento de 1% implicou em um enfraquecimento da base de 24 centavos (US\$/saca). A constante do modelo foi de -5,03 dólares por saca.

Os resultados do coeficiente de determinação ( $R^2$ ), coeficiente de determinação ajustado ( $R^2_{ajustado}$ ), teste de *Durbin-Watson* (*DW*) e número de observações ( $n$ ), são apresentados na parte inferior da Tabela 8. Ainda são apresentados os desvios padrões dos coeficientes, o teste  $t$  para o coeficiente sob a hipótese  $\beta = 0$  e os respectivos níveis de significância do teste.

As Tabelas 9, 10 e 11 apresentam os resultados do modelo para as regiões do Alto Paranaíba, Zona da Mata e Sul de Minas, cuja interpretação ocorre de maneira análoga à Tabela 8.

TABELA 9 Resultados do modelo econométrico da base para a região do Alto Paranaíba.

Variáveis independentes	Coefficientes da regressão	Desvio padrão	Teste <i>t</i>	Nível de significância
<i>GOV</i>	-0,017	0,0070	-2,37	0,023
<i>COM</i>	0,035	0,0098	3,58	0,000
<i>PRO</i>	-0,858	0,1357	-6,32	0,000
<i>REX</i>	0,132	0,0296	4,44	0,000
<i>TC</i>	0,014	0,0087	1,67	0,102
<i>PR</i>	-0,295	0,1367	-2,16	0,038
<i>LQ</i>	0,001	0,0010	0,89	0,378
<i>RPP</i>	-0,071	0,2772	-2,78	0,009
<i>RT</i>	-0,204	0,1058	-1,93	0,062
Constante	-0,333	12,8431	-0,03	0,979
$R^2$	0,7355			
$R^2_{\text{ajustado}}$	0,6620			
<i>DW</i>	1,92			
<i>n</i>	48			

Fonte: dados da pesquisa.

TABELA 10 Resultados do modelo econométrico da base para a região da Zona da Mata.

Variáveis independentes	Coefficientes da regressão	Desvio padrão	Teste <i>t</i>	Nível de significância
<i>GOV</i>	-0,013	0,0124	-1,05	0,301
<i>COM</i>	0,049	0,0288	1,71	0,095
<i>PRO</i>	-1,226	0,3953	-3,10	0,004
<i>REX</i>	0,003	0,0557	0,06	0,956
<i>TC</i>	0,018	0,0165	1,09	0,283
<i>PR</i>	-0,388	0,1661	-2,34	0,025
<i>LQ</i>	0,0001	0,1558	0,09	0,932
<i>RPP</i>	-0,009	0,0302	-0,30	0,764
<i>RT</i>	0,020	0,1803	0,11	0,912
Constante	-35,809	29,1102	-1,23	0,227
$R^2$	0,4016			
$R^2_{ajustado}$	0,2354			
<i>DW</i>	1,73			
<i>n</i>	48			

Fonte: dados da pesquisa.



TABELA 11 Resultados do modelo econométrico da base para a região do Sul de Minas.

Variáveis independentes	Coefficientes da regressão	Desvio padrão	Teste <i>t</i>	Nível de significância
<i>GOV</i>	-0,021	0,0086	-2,45	0,019
<i>COM</i>	0,042	0,4574	3,72	0,001
<i>PRO</i>	-1,064	0,1721	-6,18	0,000
<i>REX</i>	0,105	0,0337	3,11	0,004
<i>TC</i>	0,019	0,0104	1,78	0,083
<i>PR</i>	-0,187	0,1812	-1,03	0,310
<i>LQ</i>	0,002	0,0014	1,43	0,162
<i>RPP</i>	-0,053	0,0333	-1,60	0,118
<i>RT</i>	-0,283	0,1284	-2,21	0,034
Constante	4,045	18,1140	0,22	0,825
$R^2$	0,6787			
$R^2_{aj}$	0,5894			
<i>DW</i>	1,92			
<i>n</i>	48			

Fonte: dados da pesquisa.

### **4.3.1 Discussão dos resultados para o Triângulo Mineiro, Alto Paranaíba e Sul de Minas**

Pelos resultados obtidos, observou-se que o modelo proporcionou um melhor ajustamento para as regiões do Triângulo, Alto Paranaíba e Sul de Minas. Os valores de  $R^2$  estiveram entre 0,68 e 0,78.

A regressão pelo procedimento de Cochrane-Orcutt possibilitou um relativo sucesso nas correções de auto-regressão dos resíduos. Pelo resultado do teste de *Durbin-Watson* rejeitou-se a hipótese auto-regressiva para as regiões do Alto Paranaíba e Sul de Minas ao nível de significância de 1%. Entretanto, o resultado do teste foi inconclusivo para o Triângulo Mineiro.

Entre as variáveis independentes do modelo, observou-se que as vendas do governo contribuíram para o enfraquecimento da base, valorizando o café futuro em relação ao café à vista e estimulando a função de armazenamento privado. Este resultado permitiu concluir que a melhor atuação do governo como agente regulador do mercado seria vender o café nos momentos de escassez de estoque ou comprar café nos momentos de excesso.

Para a variável consumo, observou-se que o aumento do consumo fortalece a base. O fortalecimento da base significa um preço à vista valorizado em relação ao preço futuro, favorecendo a liberação dos estoques e possibilitando atender o aumento da demanda por café.

Entre as variáveis vendas do governo e consumo é possível comparar a grandeza dos coeficientes, uma vez que ambas possuem a mesma unidade de medida (mil sacas/mês), sendo verificado que a variável consumo causa um maior impacto sobre o valor da base.

O aumento da produção enfraqueceu a base de modo bastante significativo. Considerando que o enfraquecimento da base estimula a oferta de armazenamento, pode-se inferir que o mercado futuro contribuiu com a decisão

de armazenamento. Por exemplo, pela Tabela 6, caso ocorresse um aumento na produção de 1 milhão de sacas, *ceteris paribus*, seria esperado um enfraquecimento da base de US\$ 0,96/saca para a região do Triângulo Mineiro, ou seja, o preço futuro se elevaria em relação ao preço à vista incentivando o armazenamento.

A exportação constituiu outra variável bastante significativa para as regiões do Triângulo Mineiro, Alto Paranaíba e Sul de Minas, destacando a importância do café como bem de exportação. Observou-se que o aumento da exportação em relação aos estoques disponíveis fortaleceu a base e, portanto, incentivou a liberação dos estoques para atender à demanda externa.

A taxa de conveniência dos estoques está coerente com a teoria, valorizando o preço à vista em relação ao preço futuro. Entretanto, o valor da estatística *t* foi menor para esta variável. Uma explicação para o menor ajustamento da variável no modelo se deve ao fato desta ter sido calculada considerando apenas os estoques internos do país. Sendo o café um importante produto de exportação, os níveis de estoques mundiais devem influenciar na determinação de um valor de conveniência.

Conforme a hipótese formulada, o prêmio pelo risco enfraqueceu a base. Entretanto, as observações do modelo não constituem uma confirmação empírica da presença do prêmio pelo risco no mercado de café, uma vez que a posição assumida pelos agentes do mercado foi determinada pelo ponto de vista teórico.

De modo geral, a variável prêmio pelo risco foi bastante significativa. Considerando que o prêmio pelo risco foi obtido como uma função de probabilidade do valor da base residual e considerando que o valor da base residual foi calculado de acordo com os custos de carregamento, transporte e diferencial de qualidade, portanto, o prêmio pelo risco representa uma *proxy* destas variáveis, facilitando sua significância. Entretanto, para a região Sul de

Minas, a variável ofereceu um menor valor para  $t$ , não se constituindo uma variável de grande estabilidade.

Observou-se que a relação entre a razão de liquidez e o valor da base foi direta, fortalecendo a base, com baixos valores de  $t$  para esta variável. Uma explicação plausível para a baixa significância da variável no modelo pode ser dada considerando a hipótese formulada, ou seja, o aumento da liquidez estaria associado a uma redução do valor absoluto da base residual. Deste modo, nos momentos em que a base residual fosse negativa, o efeito de uma maior liquidez dos mercados futuros estaria contribuindo para o fortalecimento da base, enquanto que, nos momentos em que a base residual fosse positiva, o efeito de uma maior liquidez dos mercados futuros estaria contribuindo para o enfraquecimento da base. Esta dupla possibilidade para o efeito da liquidez resultaria em uma maior dificuldade para a significância da variável.

As variáveis climáticas representam condições favoráveis à cultura do café e estão associadas ao aumento esperado da produção. Assim sendo, estas variáveis representam, em parte, a demanda esperada por estoques. Os sinais para os coeficientes das variáveis climáticas estão de acordo com as hipóteses formuladas, destacando a importância das expectativas climáticas na formulação do preço do café.

É interessante observar que a razão de precipitação pluviométrica foi mais significativa para o Triângulo e Alto Paranaíba, regiões de cerrado e mais dependentes da chuva para a produção. Na região do Sul de Minas, onde os cafezais estão mais propensos a geadas, a razão de temperatura foi mais significativa.

Considerando que as variáveis *GOV*, *COM*, *PRO*, *REX*, *TC*, *PR*, *RPP* e *RT* vão se tornando irrelevantes no tempo e, portanto, não mais interferem na formulação dos preços durante a liquidação do contrato, pode-se resumir o modelo da base no vencimento na seguinte equação:

$$B_T = \beta_0 + \beta_1 LQ \quad (75)$$

sendo  $B_T$  o valor da base no vencimento.

Considerando a menor significância da variável liquidez, ou ainda, a possibilidade do *hedger* encerrar o contrato futuro através da entrega do ativo, pode-se desprezar a variável  $LQ$  no vencimento. Deste modo, o intercepto corresponde ao valor da base para o encerramento.

Pelas Tabelas 8, 9 e 11 observa-se que os valores do intercepto não diferem significativamente de zero, portanto, excluindo as outras variáveis do modelo, o valor estimado da base para o vencimento do contrato foi igual a zero:

$$B_T = 0 \quad (76)$$

Considerando a natural convergência entre os preços à vista e futuro, teoricamente é esperado que os preços no vencimento sejam coincidentes, fazendo com que o valor esperado da base seja igual a zero, tal qual observado pelas Tabelas 8, 9 e 11. Deste modo, o valor da constante do modelo foi também consistente com a teoria da base.

#### 4.3.2 Discussão dos resultados para a Zona da Mata

Para a Zona da Mata, observou-se que os valores de  $R^2$  e  $R^2_{ajustado}$  foram menores comparativamente, como também um menor valor da estatística *Durbin-Watson* foi obtido, proporcionando um resultado inconclusivo para a hipótese da auto-correlação dos resíduos ao nível de significância de 1%.

A maior dificuldade do modelo em explicar as variações da base para a Zona da Mata sinalizou que o mercado de café nesta região possui características diferenciadas. Observou-se que um menor número de variáveis independentes

foi significativamente diferente de zero, destacando-se o baixo poder explicativo das variáveis razão de exportação, liquidez e das variáveis climáticas.

Os resultados obtidos indicam a necessidade da utilização de variáveis mais representativas para este mercado. Por exemplo, a variável de exportação (*REX*) foi formulada a partir de dados gerais das exportações de café pelo Brasil. Sabendo-se que a maioria do café é exportado pelo porto de Santos e que a região da Zona da Mata privilegia a exportação pelo porto de Vitória, supõem-se que um modelo com dados específicos das exportações pelo porto de Vitória teria melhor ajustamento.

Os baixos valores da estatística *t* para as variáveis climáticas (*RPP* e *RT*) na Zona da Mata sugerem que as condições de clima na região interferem de maneira diferente na formação dos preços. Uma hipótese seria que os agentes do mercado futuro não consideram representativas as alterações de clima na Zona da Mata para a formação de um preço nacional do café. Outra hipótese seria que a produtividade do café na Zona da Mata, em função do clima, possui uma lógica diferente da formulada neste trabalho.

O efeito da liquidez foi não significativo na Zona da Mata, entretanto, a variável liquidez também não se ajustou de maneira significativa para as outras regiões, conforme discussão anterior.

Entre as variáveis significativas destacaram-se a produção, o prêmio pelo risco e o consumo, como principais responsáveis pela relação entre o preço do café na região e o preço futuro.

### **4.3.3 Comentários gerais sobre o modelo**

Os valores estimados pelo modelo têm o intuito de representar empiricamente as teorias discutidas neste trabalho, bem como avaliar a utilidade econômica dos mercados futuros. Optou-se por manter no modelo todas as

variáveis independentes. Mesmo que seus coeficientes tivessem proporcionado um baixo grau de confiança durante a estimação, este procedimento teve como objetivo incrementar a discussão teórica das variáveis envolvidas na estimativa da base.

De maneira geral, o modelo explicou uma substancial parte de variação da base. O comportamento das variáveis independentes e o valor da base ocorreu conforme as hipóteses formuladas, sendo que a maioria das variáveis foi significativa. Em termos comparativos, os valores de  $R^2$  e  $R^2_{ajustado}$  estiveram dentro dos limites observados em outras pesquisas citadas no referencial teórico. Desta forma, considerou-se que os contratos futuros, negociados pela Bolsa de Mercadorias & Futuros, refletem os fundamentos do mercado de café.

Por fim, cabe ressaltar algumas considerações sobre a utilização do modelo como instrumento de previsão da base:

- a) O modelo utilizou dados passados para a estimativa da base e, desta forma, a utilização do modelo como instrumento de previsão da base está condicionada à capacidade do agente em prever os valores futuros das variáveis independentes.
- b) O modelo utilizou dados relativos ao período de 1995 a 1998 e, deste modo, variações repentinas no mercado podem alterar a relação entre as variáveis. Como exemplo de variação repentina cita-se a possibilidade do Governo Federal voltar a comprar café no mercado.
- c) O modelo utilizou dados médios mensais, supondo ser um período razoável para o ajustamento dos preços à vista e futuro. Deste modo, o modelo torna-se pouco sensível às variações diárias ligadas às novas informações sobre o mercado.

## 5 CONCLUSÕES

De modo geral, o contrato futuro cambial de café, negociado pela Bolsa de Mercadorias & Futuros (BM&F), se mostrou um instrumento eficaz para a redução do risco para as principais regiões produtoras de café arábica em Minas Gerais, considerando os períodos de duração do *hedge* de um, três e seis meses.

O risco de base entre as regiões do Triângulo Mineiro, Alto Paranaíba, Zona da Mata e Sul de Minas foi semelhante e significativamente inferior ao risco de preço à vista do café.

O risco de base entre os meses de vencimento do contrato foi significativamente diferente, sendo que os vencimentos de julho e setembro apresentam maior risco. Portanto, o agente de comercialização deve estar atento ao mês de encerramento escolhido para o *hedging*. Mais especificamente, o *hedging* de antecipação apresentou maior risco que o de carregamento. Deste modo, a decisão pelo *hedging* de antecipação deve ser tomada de acordo com um criterioso acompanhamento de preços.

Em relação à efetividade do *hedging*, os resultados foram semelhantes à análise do risco de base no aspecto da viabilidade dos contratos futuros em reduzir o risco de preço para o agronegócio do café. Entretanto, para a elaboração de um plano de *hedging* com interesse em minimizar o risco de preço, o agente de comercialização deve levar em consideração que o tamanho da posição futura foi geralmente menor que o tamanho da posição à vista.

Considerando as diferenças encontradas para a efetividade do *hedging* em função dos fatores região, mês de vencimento do contrato, ano e duração do *hedging*, o agente do agronegócio do café deve estar atento aos seguintes resultados encontrados pela pesquisa:



- a) a efetividade do *hedging* para a Zona da Mata foi significativamente menor quando comparada à efetividade para as outras regiões;
- b) o mês de vencimento de março foi mais efetivo, proporcionando maiores níveis de redução de risco;
- c) os anos de maior risco de preço à vista proporcionaram uma maior efetividade para o *hedging*;
- d) o *hedging* de seis meses de duração foi menos efetivo.

Em relação ao modelo empírico da base, verificou-se que este proporcionou claras evidências de que o mercado futuro do café responde à teoria da oferta de armazenamento, fornecendo suporte para utilidade econômica do contrato futuro cambial de café, negociado pela Bolsa de Mercadorias & Futuros (BM&F), quando considerado o valor da base média mensal em relação ao próximo vencimento futuro.

Para as regiões do Triângulo Mineiro, Alto Paranaíba e Sul de Minas, as variáveis vendas do Governo Federal, consumo, produção e razão de exportação foram as mais estáveis e proporcionaram maiores níveis de significância no modelo.

Parte das variações da base foram explicadas pelas variáveis climáticas que refletem de maneira indireta a teoria do armazenamento. Os desvios provocados pelas expectativas climáticas podem ser interpretados como característicos da cultura do café.

As variáveis prêmio pelo risco, liquidez e taxa de conveniência foram menos estáveis no modelo, obtendo nível de significância variável de acordo com a região em análise.

Para a Zona da Mata, o modelo se ajustou de maneira menos significativa, indicando que a região possui características diferenciadas na formação do preço do café. A maior dificuldade do modelo em explicar as variações do valor da base na Zona da Mata acompanhou os resultados

encontrados para a efetividade, indicando uma menor correspondência entre os mercados físico e futuro para esta região.

Para os agentes do agronegócio do café, o modelo forneceu informações dos fatores que interferiram no valor da base, possibilitando uma melhor compreensão do funcionamento dos mercados futuro e físico.

Como conclusão final, o contrato futuro cambial de café negociado pela Bolsa de Mercadorias & Futuros (BM&F) foi considerado efetivo como redutor de risco de preço para o agronegócio do café em Minas Gerais, fornecendo uma base real para a condução do armazenamento e facilitando as decisões de compra e venda da mercadoria.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVARENGA, A.A.; GOMIDE, M.B.; PENA, A.B. et al. **Café: a recuperação das lavouras atingidas pela geada. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v.5, n.54, p. 25-26, jun. 1979.**
- ANTUNES, F.Z.; VILELA, E.A.; COELHO, D.T. et al. **Climatologia: considerações sobre geada. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v.5, n.54, p. 17-21, jun. 1979.**
- BARROS, G.S. de C. **Políticas agrícolas: mercados futuros e de opções. Preços Agrícolas, Piracicaba, v.11, n.127, p.12-15, maio 1997.**
- BAUM, C.F.; BARKOULAS, J. **Time-varying risk premia in the foreign currency futures basis. The Journal of Futures Markets, New York, v.16, n.7, p.735-755, Oct. 1996.**
- BOLSA DE MERCADORIAS & FUTUROS. **Download de arquivos agropecuários. São Paulo, 1999. Disponível: <http://www.bmf.com.br/pages/agro/indexagro1.htm/> [capturado em fev.1999].**
- BRENNAM, M.J. **The supply of storage. The American Economic Review, Menasha, v.47, n.1, p.50-72, Mar. 1958.**
- CASTELINO, M.G.; FRANCIS, J.C. **Basis speculation in commodity futures: the maturity effect. The Journal of Futures Markets, New York, v.2, n.2, p.195-206, Apr. 1982.**
- CHANG, J.S.K.; FANG, H. **An intertemporal measure of hedging effectiveness. The Journal of Futures Markets, New York, v.10, n.3, p.307-321, May 1990.**
- CINTRA NETO, M.F. **BM&F: Crescem os prazos de transação. Agroanalysis, Rio de Janeiro, v.17, n.2, p.1-4, fev. 1997. (Entrevista)**
- COMMODITY FUTURES TRADING COMMISSION. **Glossary. Washington, 1997. Disponível: <http://www.cftc.gov/opa/brochures/glossary.html> [capturado em out. 1999].**

- DUFFIE, D. **Futures markets**. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1989. 415p.
- EDERINGTON, L.M. The hedging performance of the new futures markets. **The Journal of Finance**, New York, v.34, n.1, p.157-170, Mar. 1979.
- EDWARDS, F.R.; MA, C.W. **Futures & Options**. New York: McGraw-Hill, 1992. 648p.
- ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA LUIZ DE QUEIROZ. **Sistema de informações de frete para carga**. Piracicaba, 1998. Disponível: <http://sifreca.esalq.usp.br> [capturado em out. 1998].
- FEDERAÇÃO BRASILEIRA DOS EXPORTADORES DE CAFÉ. **Relatório mensal de estatísticas**. Brasília, 1994/1998. Vários exemplares.
- FORBES, L.F. **Mercados futuros: uma introdução**. São Paulo: Bolsa de Mercadorias & Futuros, 1994. 68p.
- FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS. **Conjuntura econômica**. Rio de Janeiro, 1999. Disponível: <http://www.fgv.br/ibre/cecon/indices.htm> [capturado em fev. 1999].
- GALLOWAY, T.M.; KOLB, R.W. Futures price and the maturity effect. **The Journal of Futures Markets**, New York, v.16, n. 7, p.809-828, Oct. 1996.
- GARCIA, P.; LEUTHOLD, R.M.; SARHAN, M.E. Basis risk: measurement and analysis of basis fluctuations for selected livestock markets. **American Journal of Agricultural Economics**, Iowa, v.66, n.4, p.499-504, Nov. 1984.
- GARCIA, P.; SANDERS, D.R. Ex ante basis risk on the live hog futures contract: has hedgers' risk increased? **The Journal of Futures Markets**, New York, v.16, n.4, p.421-440, June 1996.
- HEIFNER, R.G. The gains from basing grain storage decisions on cash-future spreads. **Journal of Farm Economics**, Menasha, v.48, n.5, p.1490-1495, Dec. 1966.
- HEIFNER, R.G. Optimal hedging levels and hedging effectiveness in cattle feeding. **Agricultural Economics Research**, Washington, v.24, n.2, p.25-36, Apr. 1972.

- HICKS, J.R. **Value and capital**. 2. ed. Oxford: Oxford University, 1946. 340p.
- HOWARD, C.T.; D'ANTONIO, L. J. A risk-return measure of hedging effectiveness. **Journal of Financial and Quantitative Analysis**, Washington, v. 19, n.1, Mar. 1984.
- HULL, J. **Introdução aos mercados futuros e de opções**. 2.ed. ver. e amp. São Paulo: BM&F/Cultura, 1995. 448p.
- JOHNSON, L.L. The theory of hedging and speculation in commodity futures markets. **The Review of Economics Studies**, Cambridge, Mass. v.27, n.2, p.139-151, June 1960.
- KAHL, K.H. Determination of recommended hedging ratio. **American Journal of Agricultural Economics**, Iowa, v. 63, n.3, p. 603-605, Aug. 1983.
- KALDOR, N. Speculation and economic stability. **The Review of Economic Studies**, Cambridge, v.7, n.1, p.1-27, Feb. 1939.
- KEYNES, J.M. **A treatise on money**. London: MacMillan, 1930. v.2, 424p.
- KMENTA, J. **Elementos de econometria: teoria econométrica básica**. 2.ed. São Paulo: Atlas, 1990. v.2, 696p.
- KOLB, R.W. **Understanding futures markets**. 3.ed. New York: Simon & Schuster, 1991. 651p.
- LAZZARINI, S.G. **Inovação e organização de bolsas de futuros: teoria e evidências no agribusiness brasileiro**. São Paulo: FEA-USP, 1997. 197p. (Dissertação – Mestrado em Administração).
- LEUTHOLD, R.M.; JUNKUS, J.C.; CORDIER, J.E. **The theory and practice of futures markets**. Massachusetts: Lexington Books, 1989. 410p.
- LIPPMAN, S. A.; MCCALL, J.J. An operational measure of liquidity. **The American Economic Review**, Stanford, v.76, n.1, p.43-55, Mar. 1986.
- LIU, S.M.; BRORSEN, B.W.; OELLERMANN, C.M. et al. Forecasting the nearby basis of live cattle. **The Journal of Futures Markets**, New York, v.14, n.3, p.259-273, May 1994.

- MARQUES, P.V. Fundamentos dos mercados futuros agropecuários. In: MARQUES, P.V. **Curso de formação de professores universitários em mercados futuros agropecuários**. Piracicaba: CEPEA/ESALQ/USP, 1997. Cap.1, p.3-22.
- MARKOWITZ, H. Portfolio selection. **The Journal of Finance**, New York, v.7, n.1, p.77-91, June 1952.
- MARSHALL, J.F. **Futures and option contracting: theory and practice**. Cincinnati: South-Western, 1989. 629p.
- MARTIN, L.; GROENEWEGEN, J.L.; PIDGEON, E. Factors affecting corn basis in southwestern Ontario. **American Journal of Agricultural Economics**, Iowa, v.62, p.107-112, Feb. 1980.
- MARTINES FILHO, J.G.; IRWIN, S. Mercado nacional: BM&F. **Preços Agrícolas**, Piracicaba, v.13, n.147, p.51, jan. 1999.
- MILONAS, N.T. Price variability and the maturity effect in futures markets. **The Journal of Futures Markets**, New York, v.6, n.3, p.443-460, May 1986.
- NETZ, J.S. The effect of futures markets and comers on storage and spot price variability. **American Journal of Agricultural Economics**, Iowa, v.77, n.1, p.182-193, Feb. 1995.
- NETZ, J.S. An empirical test of the effect of basis risk on cash market positions. **The Journal of Futures Markets**, New York, v.16, n.3, p.289-311, May 1996.
- PECK, A.E. Futures markets, supply response, and price stability. **The Quarterly Journal of Economics**, New York, v.90, n.3, p.407-423, Aug. 1976.
- PENNINGS, J.M.E.; MEULENBERG, M.T.G. The hedging performance in New Agricultural Futures Markets: a note. **Agribusiness**, New York, v.13, n.3, p.295-300, May/Jan. 1997.
- POWERS, M.J. Does futures trading reduce price fluctuations in the cash markets? **The American Economic Review**, Stanford, v.60, n.3, p.460-464, Jun. 1970.

- PURCELL, W.D. **Agricultural futures and options: principles and strategies.** New York: MacMillan, 1991. 363p.
- ROCHELLE, T.C.P. **O contrato futuro de boi gordo: uma análise do impacto da introdução da liquidação financeira sobre o risco de base.** Piracicaba: ESALQ-USP, 1997. 140p. (Dissertação – Mestrado em Economia).
- SANTINATO, R.; FERNANDES, A.L.T.; FERNANDES, D.R. **Irrigação na cultura do café.** Campinas: Arbore, [ca. 1996]. 146p.
- SCHOUCHANA, F. **Mercados futuros e de opções agropecuários: teoria e prática.** São Paulo: Bolsa de Mercadorias & Futuros, 1995. 54p.
- SISTEMA DE INFORMAÇÕES DO AGRIBUSINESS DE MINAS GERAIS. **Tarifário de armazenamento e serviço.** Belo Horizonte, 1999. Disponível: <http://www.agridata.mg.gov.br/tarifa.htm> [capturado em fev. 1999].
- SOUZA, W. A. de. **O mercado futuro como instrumento de comercialização para o empresário rural.** Lavras: UFLA, 1994. 90p. (Dissertação – Mestrado em Administração Rural).
- STEIN, J.L. The simultaneous determination of spot and futures prices. *The American Economic Review*, Menasha, v.51, n.5, p.1013-1025, Dec. 1961.
- TILLEY, D.S.; CAMPBELL, S.K. Performance of the weekly Gulf-Kansas city hard-red winter wheat basis. *American Journal of Agricultural Economic*, Iowa, v.70, n.4, p.929-935, Nov. 1988.
- TOMEK, W.G. Effects of futures and options trading on farm incomes. *The Review of Agricultural Economics*, Cambridge, Mass. v.15, n.2, p.181-202, June 1993.
- TURNOVSKY, S.J. Futures markets, private storage, and price stabilization. *Journal of Public Economics*, Philadelphia, v.12, n.3, p.301-327, Dec. 1979.
- WARD, R.W. Market liquidity in the FCOJ futures markets. *American Journal of Agricultural Economic*, Iowa, v.56, n.1, p.150-154, Feb. 1974.

- WARD, R.W.; DASSE, F.A.** Empirical contributions to basis theory: the case of citrus futures. **American Journal of Agricultural Economics**, Iowa, v.59, n.1 p.71-80, Feb. 1977.
- WEYMAR, F.H.** The supply of storage revisited. **The American Economic Review**, Stanford, v.56, n.5, p.1226-1234, Dec. 1966.
- WILLIAMS, J.** **The economic function of futures markets.** Cambridge: Cambridge University, 1986. 260p.
- WORKING, H.** The theory of inverse carrying charge in futures markets. **The Journal of Farm Economics**, Menasha, v.30, n.1, p.1-18, Feb. 1948.
- WORKING, H.** The theory of price of storage. **The American Economic Review**, Stanford, v.39, n.6 p.1254-62, Dec. 1949.
- WORKING, H.** Hedging reconsidered. **The Journal of Farm Economics**, Menasha, v.35, n.4, p.544-561, Aug. 1953a.
- WORKING, H.** Futures trading and hedging. **The American Economic Review**, Stanford, v.43, n.3, p.314-343, June 1953b.
- WORKING, H.** New concepts concerning futures markets and price. **The American Economic Review**, Stanford, v.52, n.3, p.431-459, June 1962.



## ANEXOS

ANEXO A	Página
TABELA 1A Resultados das regressões entre o preço à vista e o preço futuro para o Triângulo Mineiro, considerando o período de duração do <i>hedge</i> de 1 mês .....	118
TABELA 2A Resultados das regressões entre o preço à vista e o preço futuro para o Alto Paranaíba, considerando o período de duração do <i>hedge</i> de 1 mês .....	119
TABELA 3A Resultados das regressões entre o preço à vista e o preço futuro para a Zona da Mata, considerando o período de duração do <i>hedge</i> de 1 mês .....	120
TABELA 4A Resultados das regressões entre o preço à vista e o preço futuro para o Sul de Minas, considerando o período de duração do <i>hedge</i> de 1 mês .....	121
TABELA 5A Resultados das regressões entre o preço à vista e o preço futuro para o Triângulo Mineiro, considerando o período de duração do <i>hedge</i> de 3 meses .....	122
TABELA 6A Resultados das regressões entre o preço à vista e o preço futuro para o Alto Paranaíba, considerando o período de duração do <i>hedge</i> de 3 meses .....	123
TABELA 7A Resultados das regressões entre o preço à vista e o preço futuro para a Zona da Mata, considerando o período de duração do <i>hedge</i> de 3 meses .....	124
TABELA 8A Resultados das regressões entre o preço à vista e o preço futuro para o Sul de Minas, considerando o período de duração do <i>hedge</i> de 3 meses .....	125

## ANEXO A

TABELA 9A	Resultados das regressões entre o preço à vista e o preço futuro para o Triângulo Mineiro, considerando o período de duração do <i>hedge</i> de 6 meses .....	126
TABELA 10A	Resultados das regressões entre o preço à vista e o preço futuro para o Alto Paranaíba, considerando o período de duração do <i>hedge</i> de 6 meses .....	127
TABELA 11A	Resultados das regressões entre o preço à vista e o preço futuro para a Zona da Mata, considerando o período de duração do <i>hedge</i> de 6 meses .....	128
TABELA 12A	Resultados das regressões entre o preço à vista e o preço futuro para o Sul de Minas, considerando o período de duração do <i>hedge</i> de 6 meses .....	129

TABELA 1A Resultados das regressões entre o preço à vista e o preço futuro para o Triângulo Mineiro, considerando o período de duração do *hedge* de 1 mês.

Mês	<i>n</i>	<i>E</i>	<i>h*</i>	Desv. p.	<i>D.W.</i>
Jan/95	16	0,43	0,70	0,236	1,64
Fev/95	18	0,02	0,18	0,337	1,69
Mar/95	20	0,64	1,04	0,195	1,76
Abr/95	16	0,00	0,10	0,434	1,95
Mai/95	22	0,83	0,64	0,066	2,37
Jun/95	21	0,72	0,58	0,088	1,78
Jul/95	20	0,90	1,15	0,089	1,95
Ago/95	22	0,40	0,55	0,150	1,85
Set/95	20	0,92	0,60	0,042	1,65
Out/95	21	0,34	0,69	0,218	2,36
Nov/95	19	0,69	0,46	0,078	1,87
Dez/95	8	0,70	0,80	0,215	2,28
Jan/96	17	0,85	0,71	0,083	2,82
Fev/96	17	0,35	0,31	0,107	2,43
Mar/96	20	0,80	1,51	0,175	1,56
Abr/96	19	0,43	0,45	0,132	2,23
Mai/96	22	0,00	0,06	0,358	2,23
Jun/96	19	0,87	1,81	0,169	1,66
Jul/96	21	0,98	1,03	0,038	1,54
Ago/96	20	0,98	0,86	0,030	1,74
Set/96	20	0,74	0,90	0,124	1,57
Out/96	22	0,40	0,31	0,090	1,60
Nov/96	20	0,76	0,89	0,119	1,78
Dez/96	15	0,70	1,08	0,213	1,27
Jan/97	15	0,91	1,00	0,087	1,72
Fev/97	15	0,89	0,89	0,087	2,27
Mar/97	17	0,77	0,72	0,101	1,39
Abr/97	21	0,18	0,37	0,193	2,12
Mai/97	19	0,88	0,71	0,068	1,38
Jun/97	17	0,71	0,87	0,153	2,04
Jul/97	21	0,29	0,45	0,168	1,49
Ago/97	21	0,29	0,42	0,150	1,52
Set/97	21	0,83	0,90	0,097	1,87
Out/97	22	0,85	0,89	0,083	1,80
Nov/97	20	0,80	0,55	0,065	2,62
Dez/97	13	0,71	0,66	0,140	1,00
Jan/98	20	0,69	1,09	0,181	1,82
Fev/98	17	0,59	0,88	0,205	1,93
Mar/98	18	0,91	1,24	0,096	1,63
Abr/98	16	0,79	0,92	0,136	1,59
Mai/98	19	0,53	1,08	0,247	1,60
Jun/98	17	0,98	1,24	0,044	1,49
Jul/98	20	0,56	0,57	0,125	2,08
Ago/98	21	0,93	1,23	0,080	1,52
Set/98	19	0,95	1,08	0,063	1,40
Out/98	19	0,58	0,81	0,167	1,72
Nov/98	20	0,08	0,62	0,538	1,97
Dez/98	13	0,81	0,74	0,108	2,21
Média	18,67	0,65	0,78	0,149	1,83

Fonte: dados da pesquisa.

Sendo *n* o número de observações, *E* a efetividade, *h\** a razão de hedge de mínima variância, Desv. P. o desvio padrão de *h\** e *D.W.* a estatística Durbin-Watson.

TABELA 2A Resultados das regressões entre o preço à vista e o preço futuro para o Alto Paranaíba, considerando o período de duração do *hedge* de 1 mês.

Mês	<i>n</i>	<i>E</i>	<i>h*</i>	Desv. p.	<i>D.W.</i>
Jan/95	16	0,53	0,84	0,214	2,01
Fev/95	18	0,26	0,39	0,178	1,42
Mar/95	20	0,48	1,00	0,260	1,67
Abr/95	16	0,02	-0,19	0,418	1,96
Mai/95	22	0,92	0,85	0,055	2,03
Jun/95	21	0,56	0,63	0,135	2,05
Jul/95	20	0,85	0,99	0,100	2,53
Ago/95	22	0,44	0,55	0,147	1,56
Set/95	20	0,77	0,67	0,092	1,68
Out/95	21	0,38	0,53	0,153	1,74
Nov/95	19	0,60	0,38	0,080	1,95
Dez/95	8	0,58	1,00	0,348	2,89
Jan/96	17	0,95	0,87	0,050	1,59
Fev/96	17	0,47	0,49	0,135	1,71
Mar/96	20	0,20	0,58	0,287	1,56
Abr/96	19	0,61	0,55	0,113	1,95
Mai/96	22	0,01	0,13	0,317	1,91
Jun/96	19	0,82	2,15	0,244	1,99
Jul/96	21	0,92	0,98	0,072	1,85
Ago/96	20	0,97	0,92	0,037	2,15
Set/96	20	0,32	0,51	0,186	1,83
Out/96	22	0,49	0,49	0,118	1,90
Nov/96	20	0,33	0,54	0,192	2,01
Dez/96	15	0,75	1,03	0,179	1,25
Jan/97	15	0,89	1,05	0,101	1,64
Fev/97	15	0,90	0,87	0,083	2,18
Mar/97	17	0,68	0,68	0,129	1,77
Abr/97	21	0,49	0,59	0,146	2,27
Mai/97	19	0,89	0,74	0,068	1,49
Jun/97	17	0,81	0,83	0,102	1,45
Jul/97	21	0,34	0,60	0,203	1,85
Ago/97	21	0,59	0,68	0,130	1,80
Set/97	21	0,95	1,10	0,051	1,60
Out/97	22	0,79	0,97	0,112	2,11
Nov/97	20	0,65	0,71	0,130	1,75
Dez/97	13	0,69	0,48	0,105	1,11
Jan/98	20	0,48	0,77	0,201	2,13
Fev/98	17	0,70	0,59	0,100	1,74
Mar/98	18	0,90	1,25	0,101	1,52
Abr/98	16	0,81	1,00	0,141	1,39
Mai/98	19	0,29	0,93	0,374	1,63
Jun/98	17	0,80	1,13	0,158	1,58
Jul/98	20	0,83	1,08	0,123	2,07
Ago/98	21	0,92	1,26	0,085	2,05
Set/98	19	0,92	1,24	0,088	1,78
Out/98	19	0,64	1,09	0,197	2,26
Nov/98	20	0,22	0,46	0,203	2,10
Dez/98	13	0,71	0,83	0,159	2,22
Média	18,67	0,63	0,79	0,154	1,85

Fonte: dados da pesquisa.

Sendo *n* o número de observações, *E* a efetividade, *h\** a razão de hedge de mínima variância, Desv. P. o desvio padrão de *h\** e *D.W.* a estatística Durbin-Watson.

TABELA 3A Resultados das regressões entre o preço à vista e o preço futuro para a Zona da Mata, considerando o período de duração do *hedge* de 1 mês.

Mês	<i>n</i>	<i>E</i>	<i>h*</i>	Desv. p.	<i>D.W.</i>
Jan/95	16	0,27	0,86	0,405	1,69
Fev/95	18	0,00	-0,08	0,339	1,91
Maz/95	20	0,33	0,69	0,247	1,77
Abz/95	16	0,02	-0,14	0,271	2,24
Mai/95	22	0,92	0,83	0,055	2,71
Jun/95	21	0,50	0,50	0,121	1,91
Jul/95	20	0,87	1,09	0,098	1,54
Ago/95	22	0,51	0,70	0,160	2,01
Set/95	20	0,73	0,58	0,089	1,30
Out/95	21	0,22	0,34	0,155	1,56
Nov/95	19	0,57	0,35	0,080	1,50
Dez/95	8	0,87	1,24	0,198	2,38
Jan/96	17	0,90	0,75	0,065	1,48
Fev/96	17	0,03	0,12	0,182	1,83
Maz/96	20	0,88	1,18	0,110	1,64
Abz/96	19	0,67	0,44	0,081	1,67
Mai/96	22	0,00	0,01	0,375	1,31
Jun/96	19	0,77	1,60	0,213	1,60
Jul/96	21	0,91	0,95	0,070	1,54
Ago/96	20	0,91	0,83	0,065	1,52
Set/96	20	0,31	0,88	0,332	1,12
Out/96	22	0,03	0,20	0,285	1,95
Nov/96	20	0,27	0,41	0,169	1,25
Dez/96	15	0,45	0,91	0,278	1,51
Jan/97	15	0,77	0,64	0,098	1,38
Fev/97	15	0,83	0,64	0,081	1,64
Maz/97	17	0,59	0,75	0,171	2,08
Abz/97	21	0,32	0,57	0,193	1,53
Mai/97	19	0,75	0,51	0,077	1,83
Jun/97	17	0,82	0,68	0,083	2,14
Jul/97	21	0,10	0,29	0,211	1,83
Ago/97	21	0,38	0,41	0,128	1,71
Set/97	21	0,86	0,73	0,068	1,82
Out/97	22	0,77	0,74	0,096	1,82
Nov/97	20	0,71	0,77	0,123	1,70
Dez/97	13	0,89	0,91	0,097	1,91
Jan/98	20	0,86	1,07	0,103	1,53
Fev/98	17	0,70	0,73	0,124	1,55
Maz/98	18	0,88	0,98	0,091	1,46
Abz/98	16	0,77	0,84	0,134	1,35
Mai/98	19	0,05	0,42	0,466	1,41
Jun/98	17	0,83	1,19	0,153	1,82
Jul/98	20	0,85	0,98	0,103	2,19
Ago/98	21	0,67	0,83	0,142	1,85
Set/98	19	0,97	1,11	0,047	1,92
Out/98	19	0,38	0,66	0,216	1,65
Nov/98	20	0,26	0,58	0,229	1,64
Dez/98	13	0,84	0,75	0,099	2,86
Média	18,67	0,58	0,69	0,162	1,74

Fonte: dados da pesquisa.

Sendo *n* o número de observações, *E* a efetividade, *h\** a razão de *hedge* de mínima variância, Desv. P. o desvio padrão de *h\** e *D.W.* a estatística Durbin-Watson.

TABELA 4A Resultados das regressões entre o preço à vista e o preço futuro para o Sul de Minas, considerando o período de duração do *hedge* de 1 mês.

Mês	<i>n</i>	<i>E</i>	<i>h*</i>	Desv. p.	<i>D.W.</i>
Jan/95	16	0,42	0,65	0,205	1,84
Fev/95	18	0,67	1,06	0,187	1,46
Mar/95	20	0,32	0,76	0,273	1,69
Abr/95	16	0,27	0,65	0,312	1,68
Mai/95	22	0,89	0,84	0,066	2,53
Jun/95	21	0,81	0,70	0,081	1,97
Jul/95	20	0,94	1,06	0,061	1,55
Ago/95	22	0,54	0,59	0,122	2,22
Set/95	20	0,91	0,68	0,051	1,49
Out/95	21	0,38	0,44	0,136	2,14
Nov/95	19	0,69	0,46	0,080	1,61
Dez/95	8	0,37	0,63	0,417	1,87
Jan/96	17	0,97	0,79	0,035	1,84
Fev/96	17	0,63	0,53	0,106	1,67
Mar/96	20	0,83	1,16	0,123	1,82
Abr/96	19	0,37	0,42	0,140	2,15
Mai/96	22	0,08	0,51	0,401	2,04
Jun/96	19	0,84	1,46	0,166	1,25
Jul/96	21	0,97	0,99	0,041	1,97
Ago/96	20	0,98	0,88	0,027	1,78
Set/96	20	0,52	0,95	0,226	1,75
Out/96	22	0,41	0,56	0,158	1,71
Nov/96	20	0,65	0,72	0,123	1,46
Dez/96	15	0,91	0,91	0,077	1,75
Jan/97	15	0,61	0,96	0,231	1,63
Fev/97	15	0,79	0,57	0,089	2,05
Mar/97	17	0,80	0,69	0,090	1,40
Abr/97	21	0,16	0,37	0,207	2,26
Mai/97	19	0,95	0,71	0,043	1,52
Jun/97	17	0,64	0,78	0,152	1,87
Jul/97	21	0,35	0,65	0,212	1,84
Ago/97	21	0,77	0,80	0,101	1,71
Set/97	21	0,96	0,98	0,044	1,76
Out/97	22	0,83	0,88	0,089	1,90
Nov/97	20	0,87	0,78	0,071	1,78
Dez/97	13	0,65	0,72	0,175	1,28
Jan/98	20	0,79	0,87	0,105	1,45
Fev/98	17	0,80	0,86	0,111	1,42
Mar/98	18	0,76	1,14	0,171	1,70
Abr/98	16	0,80	0,95	0,136	1,39
Mai/98	19	0,52	1,35	0,317	1,55
Jun/98	17	0,93	1,16	0,089	1,44
Jul/98	20	0,76	0,92	0,131	2,23
Ago/98	21	0,84	1,15	0,123	2,10
Set/98	19	0,80	0,88	0,113	1,46
Out/98	19	0,77	0,82	0,109	1,81
Nov/98	20	0,15	0,45	0,268	1,64
Dez/98	13	0,78	0,84	0,136	1,58
<b>Média</b>	<b>18,67</b>	<b>0,68</b>	<b>0,81</b>	<b>0,144</b>	<b>1,75</b>

Fonte: dados da pesquisa.

Sendo *n* o número de observações, *E* a efetividade, *h\** a razão de hedge de mínima variância, Desv. P. o desvio padrão de *h\** e *D.W.* a estatística Durbin-Watson.

TABELA 5A Resultados das regressões entre o preço à vista e o preço futuro para o Triângulo Mineiro, considerando o período de duração do *hedge* de 3 meses.

Mês	<i>n</i>	<i>E</i>	<i>h*</i>	Desv. p.	<i>D.W.</i>
Mar/95	54	0,34	0,96	0,190	2,23
Abr/95	54	0,32	0,98	0,204	2,17
Mai/95	58	0,62	0,84	0,090	2,18
Jun/95	59	0,83	0,77	0,046	2,06
Jul/95	63	0,85	0,88	0,048	2,08
Ago/95	63	0,68	0,79	0,071	2,06
Set/95	62	0,50	0,61	0,081	2,15
Out/95	63	0,88	0,70	0,033	1,99
Nov/95	60	0,45	0,46	0,068	2,12
Dez/95	48	0,52	0,50	0,072	2,23
Jan/96	44	0,30	0,39	0,094	1,76
Fev/96	42	0,49	0,56	0,094	2,18
Mar/96	54	0,72	0,91	0,080	2,12
Abr/96	56	0,28	0,62	0,138	2,86
Mai/96	61	0,08	0,31	0,143	2,28
Jun/96	60	0,10	0,39	0,162	2,27
Jul/96	62	0,21	0,58	0,150	1,90
Ago/96	60	0,44	0,63	0,094	2,16
Set/96	61	0,93	0,95	0,034	1,85
Out/96	62	0,44	0,57	0,084	1,69
Nov/96	62	0,48	0,57	0,079	1,79
Dez/96	57	0,59	0,66	0,075	1,39
Jan/97	50	0,99	1,03	0,018	1,83
Fev/97	45	0,99	0,97	0,017	1,71
Mar/97	47	0,93	0,77	0,033	1,86
Abr/97	53	0,74	0,72	0,061	2,03
Mai/97	57	0,74	0,65	0,053	1,86
Jun/97	57	0,57	0,78	0,093	2,43
Jul/97	57	0,77	0,94	0,070	1,95
Ago/97	59	0,54	0,84	0,104	2,17
Set/97	63	0,63	0,76	0,075	1,94
Out/97	64	0,65	0,86	0,081	2,19
Nov/97	63	0,62	0,87	0,088	2,50
Dez/97	55	0,73	0,72	0,062	2,19
Jan/98	53	0,83	0,83	0,053	1,86
Fev/98	50	0,61	0,79	0,094	1,74
Mar/98	55	0,73	1,12	0,096	1,91
Abr/98	51	0,93	1,12	0,043	1,84
Mai/98	53	0,33	0,81	0,163	1,92
Jun/98	52	0,56	1,05	0,133	2,09
Jul/98	57	0,52	0,96	0,125	2,29
Ago/98	59	0,74	1,04	0,082	2,12
Set/98	60	0,74	1,07	0,085	2,08
Out/98	59	0,88	1,17	0,060	2,08
Nov/98	58	0,67	0,89	0,086	2,04
Dez/98	53	0,79	0,88	0,065	2,18
Média	56	0,61	0,79	0,086	2,05

Fonte: dados da pesquisa.

Sendo *n* o número de observações, *E* a efetividade, *h\** a razão de *hedge* de mínima variância, Desv. P. o desvio padrão de *h\** e *D.W.* a estatística Durbin-Watson.

TABELA 6A

Resultados das regressões entre o preço à vista e o preço futuro para o Alto Paranaíba, considerando o período de duração do *hedge* de 3 meses.

Mês	<i>n</i>	<i>E</i>	<i>h*</i>	Desv. p.	<i>D.W.</i>
Mar/95	54	0,27	0,65	0,152	2,22
Abr/95	54	0,24	0,65	0,166	2,14
Mai/95	58	0,69	0,92	0,084	2,08
Jun/95	59	0,85	0,80	0,045	2,05
Jul/95	63	0,93	0,90	0,033	2,04
Ago/95	63	0,84	0,83	0,046	1,74
Set/95	62	0,68	0,74	0,067	2,24
Out/95	63	0,82	0,70	0,042	1,87
Nov/95	60	0,46	0,47	0,068	1,94
Dez/95	48	0,61	0,49	0,060	2,13
Jan/96	44	0,25	0,39	0,107	2,01
Fev/96	42	0,86	0,94	0,060	2,01
Mar/96	54	0,47	0,77	0,114	1,78
Abr/96	56	0,38	0,83	0,146	2,51
Mai/96	61	0,16	0,54	0,165	2,28
Jun/96	60	0,10	0,50	0,198	2,63
Jul/96	62	0,18	0,65	0,185	2,48
Ago/96	60	0,41	0,80	0,128	2,41
Set/96	61	0,94	0,96	0,033	1,69
Out/96	62	0,48	0,64	0,088	1,98
Nov/96	62	0,48	0,51	0,070	1,97
Dez/96	57	0,71	0,71	0,062	1,52
Jan/97	50	0,98	1,03	0,019	1,77
Fev/97	45	0,99	0,97	0,017	1,70
Mar/97	47	0,92	0,77	0,036	1,82
Abr/97	53	0,78	0,72	0,055	1,99
Mai/97	57	0,81	0,70	0,046	1,85
Jun/97	57	0,68	1,12	0,104	2,41
Jul/97	57	0,78	1,05	0,076	2,09
Ago/97	59	0,63	1,06	0,110	2,22
Set/97	63	0,73	0,83	0,066	2,10
Out/97	64	0,76	0,98	0,071	2,14
Nov/97	63	0,78	1,03	0,071	2,15
Dez/97	55	0,76	0,69	0,055	2,14
Jan/98	53	0,82	0,78	0,052	2,08
Fev/98	50	0,49	0,56	0,084	1,97
Mar/98	55	0,71	1,08	0,097	2,12
Abr/98	51	0,93	1,17	0,049	1,93
Mai/98	53	0,29	0,85	0,192	1,80
Jun/98	52	0,54	1,09	0,147	1,71
Jul/98	57	0,60	1,07	0,119	1,96
Ago/98	59	0,67	1,00	0,095	2,00
Set/98	60	0,78	1,23	0,088	2,09
Out/98	59	0,91	1,26	0,054	1,98
Nov/98	58	0,78	0,96	0,068	1,89
Dez/98	53	0,90	0,90	0,042	1,88
Média	56	0,65	0,83	0,085	2,03

Fonte: dados da pesquisa.

Sendo *n* o número de observações, *E* a efetividade, *h\** a razão de hedge de mínima variância, Desv. P. o desvio padrão de *h\** e *D.W.* a estatística Durbin-Watson



TABELA 7A Resultados das regressões entre o preço à vista e o preço futuro para a Zona da Mata, considerando o período de duração do hedge de 3 meses.

Mês	<i>n</i>	<i>E</i>	<i>h*</i>	Desv. p.	<i>D.W.</i>
Mar/95	54	0,11	0,49	0,199	2,26
Abr/95	54	0,03	0,19	0,159	2,18
Mai/95	58	0,79	0,83	0,059	2,15
Jun/95	59	0,79	0,82	0,057	2,39
Jul/95	63	0,77	0,88	0,062	2,24
Ago/95	63	0,52	0,70	0,087	2,02
Set/95	62	0,55	0,65	0,078	1,87
Out/95	63	0,80	0,60	0,039	1,91
Nov/95	60	0,33	0,38	0,072	1,78
Dez/95	48	0,36	0,43	0,086	2,19
Jan/96	44	0,12	0,28	0,121	2,06
Fev/96	42	0,16	0,36	0,136	2,48
Mar/96	54	0,24	0,58	0,147	2,53
Abr/96	56	0,44	0,74	0,117	2,72
Mai/96	61	0,11	0,31	0,119	1,69
Jun/96	60	0,04	0,25	0,157	1,88
Jul/96	62	0,01	0,13	0,164	1,75
Ago/96	60	0,19	0,47	0,130	2,06
Set/96	61	0,25	0,51	0,119	2,08
Out/96	62	0,17	0,46	0,133	1,90
Nov/96	62	0,11	0,42	0,156	1,97
Dez/96	57	0,40	0,60	0,099	1,49
Jan/97	50	0,94	0,88	0,033	1,86
Fev/97	45	0,95	0,86	0,029	1,92
Mar/97	47	0,84	0,68	0,045	2,08
Abr/97	53	0,61	0,53	0,061	1,88
Mai/97	57	0,73	0,53	0,044	1,96
Jun/97	57	0,83	0,55	0,033	1,69
Jul/97	57	0,62	0,76	0,082	2,30
Ago/97	59	0,46	0,83	0,120	2,44
Set/97	63	0,45	0,59	0,085	2,23
Out/97	64	0,65	0,65	0,061	1,97
Nov/97	63	0,74	0,78	0,059	2,08
Dez/97	55	0,73	0,60	0,051	1,92
Jan/98	53	0,85	0,76	0,046	1,99
Fev/98	50	0,61	0,71	0,084	2,00
Mar/98	55	0,66	1,00	0,100	2,01
Abr/98	51	0,93	1,02	0,040	1,82
Mai/98	53	0,17	0,62	0,193	1,88
Jun/98	52	0,26	0,71	0,173	1,72
Jul/98	57	0,70	1,09	0,098	1,75
Ago/98	59	0,66	0,92	0,090	1,98
Set/98	60	0,74	1,00	0,078	2,28
Out/98	59	0,62	0,85	0,089	2,02
Nov/98	58	0,75	0,85	0,067	1,79
Dez/98	53	0,77	0,88	0,068	1,94
Média	56	0,51	0,65	0,094	2,02

Fonte: dados da pesquisa.

Sendo *n* o número de observações, *E* a efetividade, *h\** a razão de hedge de mínima variância, Desv. P. o desvio padrão de *h\** e *D.W.* a estatística Durbin-Watson.

TABELA 8A Resultados das regressões entre o preço à vista e o preço futuro para o Sul de Minas, considerando o período de duração do *hedge* de 3 meses.

Mês	<i>n</i>	<i>E</i>	<i>h*</i>	Desv. p.	<i>D.W.</i>
Mar/95	54	0,46	0,70	0,107	1,93
Abr/95	54	0,15	0,46	0,155	1,78
Mai/95	58	0,72	0,79	0,066	1,97
Jun/95	59	0,92	0,79	0,032	2,08
Jul/95	63	0,92	0,83	0,032	2,07
Ago/95	63	0,72	0,76	0,062	2,09
Set/95	62	0,68	0,73	0,065	1,97
Out/95	63	0,84	0,73	0,042	2,03
Nov/95	60	0,43	0,49	0,076	1,97
Dez/95	48	0,36	0,40	0,081	2,35
Jan/96	44	0,79	0,75	0,061	2,24
Fev/96	42	0,53	0,59	0,089	2,60
Mar/96	54	0,55	0,80	0,102	2,33
Abr/96	56	0,32	0,62	0,124	2,86
Mai/96	61	0,15	0,45	0,144	2,26
Jun/96	60	0,21	0,58	0,148	2,29
Jul/96	62	0,25	0,58	0,130	1,90
Ago/96	60	0,53	0,65	0,082	2,12
Set/96	61	0,91	0,96	0,041	2,05
Out/96	62	0,62	0,71	0,074	1,92
Nov/96	62	0,32	0,52	0,100	1,93
Dez/96	57	0,39	0,48	0,082	1,96
Jan/97	50	0,98	1,09	0,026	1,87
Fev/97	45	0,72	0,70	0,068	2,03
Mar/97	47	0,83	0,68	0,047	2,24
Abr/97	53	0,65	0,64	0,067	2,28
Mai/97	57	0,80	0,71	0,049	2,28
Jun/97	57	0,80	0,68	0,045	1,73
Jul/97	57	0,63	0,99	0,105	2,29
Ago/97	59	0,42	1,13	0,178	2,31
Set/97	63	0,69	0,82	0,071	1,99
Out/97	64	0,86	0,92	0,049	1,98
Nov/97	63	0,73	0,92	0,072	2,41
Dez/97	55	0,74	0,73	0,061	2,04
Jan/98	53	0,87	0,80	0,044	1,92
Fev/98	50	0,64	0,78	0,086	1,78
Mar/98	55	0,78	1,10	0,083	1,92
Abr/98	51	0,94	1,16	0,043	1,80
Mai/98	53	0,26	0,78	0,188	1,98
Jun/98	52	0,49	1,07	0,158	2,16
Jul/98	57	0,66	1,10	0,108	2,12
Ago/98	59	0,69	0,96	0,087	2,21
Set/98	60	0,73	1,04	0,085	2,30
Out/98	59	0,83	1,09	0,067	1,95
Nov/98	58	0,75	0,94	0,073	1,75
Dez/98	53	0,82	0,98	0,065	1,93
Média	56	0,63	0,79	0,083	2,09

Fonte: dados da pesquisa.

Sendo *n* o número de observações, *E* a efetividade, *h\** a razão de hedge de mínima variância, Desv. P. o desvio padrão de *h\** e *D.W.* a estatística Durbin-Watson.

TABELA 9A

Resultados das regressões entre o preço à vista e o preço futuro para o Triângulo Mineiro, considerando o período de duração do *hedge* de 6 meses.

Mês	<i>n</i>	<i>E</i>	<i>h*</i>	Desv. p.	<i>D.W.</i>
Jun/95	113	0,53	0,79	0,072	2,20
Jul/95	117	0,68	0,88	0,057	2,21
Ago/95	121	0,88	0,94	0,032	2,09
Set/95	109	0,68	0,78	0,052	2,22
Out/95	126	0,77	0,79	0,038	2,28
Nov/95	123	0,67	0,63	0,041	2,22
Dez/95	110	0,59	0,62	0,050	2,29
Jan/96	107	0,43	0,55	0,062	2,25
Fev/96	102	0,31	0,50	0,076	2,56
Mar/96	102	0,23	0,61	0,112	2,61
Abr/96	100	0,29	0,56	0,089	2,57
Mai/96	103	0,19	0,51	0,107	2,32
Jun/96	114	0,19	0,60	0,118	2,30
Jul/96	118	0,23	0,65	0,109	2,49
Ago/96	121	0,27	0,60	0,091	2,13
Set/96	121	0,24	0,53	0,087	2,30
Out/96	124	0,23	0,50	0,083	2,07
Nov/96	122	0,42	0,61	0,066	2,13
Dez/96	96	0,44	0,54	0,064	1,59
Jan/97	111	0,91	0,94	0,029	1,91
Fev/97	107	0,99	0,96	0,011	1,98
Mar/97	104	0,94	0,89	0,022	2,10
Abr/97	103	0,95	0,91	0,020	2,12
Mai/97	102	0,67	0,78	0,056	2,20
Jun/97	104	0,68	0,76	0,052	2,24
Jul/97	110	0,52	0,85	0,079	2,45
Ago/97	116	0,50	0,85	0,081	2,41
Set/97	119	0,46	0,94	0,094	2,59
Out/97	120	0,67	0,99	0,065	2,26
Nov/97	121	0,48	0,88	0,084	2,42
Dez/97	118	0,63	0,73	0,053	2,11
Jan/98	117	0,68	0,74	0,047	2,16
Fev/98	113	0,74	0,76	0,043	2,13
Mar/98	110	0,62	0,87	0,067	1,99
Abr/98	104	0,63	0,96	0,074	1,88
Mai/98	103	0,35	0,82	0,112	1,88
Jun/98	107	0,32	0,91	0,132	2,17
Jul/98	107	0,33	0,86	0,121	2,11
Ago/98	111	0,43	0,91	0,102	2,03
Set/98	112	0,57	1,07	0,090	2,11
Out/98	115	0,64	1,13	0,080	2,40
Nov/98	116	0,61	0,99	0,075	2,29
Dez/98	112	0,61	0,93	0,072	2,22
Média	112	0,54	0,78	0,071	2,21

Fonte: dados da pesquisa.

Sendo *n* o número de observações, *E* a efetividade, *h\** a razão de hedge de mínima variância, Desv. P. o desvio padrão de *h\** e *D.W.* a estatística Durbin-Watson.

TABELA 10A

Resultados das regressões entre o preço à vista e o preço futuro para o Alto Paranaíba, considerando o período de duração do *hedge* de 6 meses.

Mês	<i>n</i>	<i>E</i>	<i>h*</i>	Desv. p.	<i>D.W.</i>
Jun/95	113	0,71	0,81	0,050	2,23
Jul/95	117	0,85	0,91	0,036	2,21
Ago/95	121	0,92	0,95	0,027	2,09
Set/95	109	0,81	0,87	0,041	2,25
Out/95	126	0,84	0,84	0,033	2,27
Nov/95	123	0,74	0,69	0,037	2,26
Dez/95	110	0,71	0,68	0,042	2,38
Jan/96	107	0,45	0,55	0,060	2,01
Fev/96	102	0,37	0,54	0,071	2,30
Mar/96	102	0,22	0,52	0,100	2,17
Abz/96	100	0,29	0,63	0,100	2,47
Mai/96	103	0,19	0,59	0,121	2,28
Jun/96	114	0,18	0,68	0,140	2,40
Jul/96	118	0,22	0,76	0,134	2,70
Ago/96	121	0,26	0,73	0,112	2,49
Set/96	121	0,25	0,63	0,099	2,62
Out/96	124	0,25	0,60	0,094	2,45
Nov/96	122	0,43	0,76	0,080	2,39
Dez/96	96	0,45	0,58	0,067	1,84
Jan/97	111	0,91	0,96	0,030	1,85
Fev/97	107	0,99	0,97	0,012	1,94
Mar/97	104	0,95	0,91	0,021	2,06
Abz/97	103	0,95	0,91	0,021	2,11
Mai/97	102	0,75	0,85	0,049	2,25
Jun/97	104	0,69	0,87	0,058	2,42
Jul/97	110	0,59	1,06	0,085	2,61
Ago/97	116	0,59	1,08	0,085	2,56
Set/97	119	0,53	1,20	0,105	2,57
Out/97	120	0,69	1,11	0,069	2,26
Nov/97	121	0,55	1,09	0,092	2,39
Dez/97	118	0,68	0,75	0,049	2,23
Jan/98	117	0,75	0,76	0,042	2,35
Fev/98	113	0,82	0,78	0,035	2,21
Mar/98	110	0,64	0,85	0,062	2,18
Abz/98	104	0,58	0,89	0,075	2,02
Mai/98	103	0,26	0,65	0,111	2,05
Jun/98	107	0,26	0,82	0,136	2,25
Jul/98	107	0,29	0,86	0,134	2,15
Ago/98	111	0,37	0,92	0,117	1,92
Set/98	112	0,53	1,11	0,100	1,84
Out/98	115	0,70	1,19	0,073	2,10
Nov/98	116	0,64	1,08	0,077	2,13
Dez/98	112	0,61	1,02	0,078	2,15
Média	112	0,57	0,84	0,073	2,24

Fonte: dados da pesquisa.

Sendo *n* o número de observações, *E* a efetividade, *h\** a razão de hedge de mínima variância, Desv. P. o desvio padrão de *h\** e *D.W.* a estatística Durbin-Watson.

TABELA 11A

Resultados das regressões entre o preço à vista e o preço futuro para a Zona da Mata, considerando o período de duração do hedge de 6 meses.

Mês	<i>n</i>	<i>E</i>	<i>h*</i>	Desv. p.	<i>D.W.</i>
Jan/95	113	0,39	0,67	0,080	2,40
Jul/95	117	0,69	0,83	0,053	2,33
Ago/95	121	0,87	0,92	0,033	2,20
Set/95	109	0,49	0,67	0,066	2,30
Out/95	126	0,51	0,65	0,058	2,33
Nov/95	123	0,56	0,54	0,044	2,01
Dez/95	110	0,58	0,59	0,049	2,05
Jan/96	107	0,34	0,44	0,060	2,13
Fev/96	102	0,22	0,40	0,077	2,47
Mar/96	102	0,13	0,40	0,104	2,52
Abr/96	100	0,19	0,45	0,095	2,60
Mai/96	103	0,09	0,36	0,116	2,23
Jun/96	114	0,08	0,38	0,123	2,27
Jul/96	118	0,08	0,37	0,119	2,49
Ago/96	121	0,13	0,39	0,094	2,03
Set/96	121	0,11	0,37	0,094	2,04
Out/96	124	0,07	0,31	0,103	2,11
Nov/96	122	0,15	0,44	0,099	2,14
Dez/96	96	0,32	0,59	0,090	1,54
Jan/97	111	0,83	0,82	0,036	1,91
Fev/97	107	0,96	0,85	0,016	1,90
Mar/97	104	0,92	0,80	0,023	2,15
Abr/97	103	0,90	0,77	0,026	2,07
Mai/97	102	0,69	0,71	0,048	2,15
Jun/97	104	0,84	0,63	0,028	2,03
Jul/97	110	0,43	0,68	0,076	2,43
Ago/97	116	0,40	0,69	0,080	2,50
Set/97	119	0,40	0,72	0,082	2,46
Out/97	120	0,60	0,79	0,060	2,36
Nov/97	121	0,44	0,80	0,083	2,47
Dez/97	118	0,57	0,61	0,049	2,11
Jan/98	117	0,73	0,65	0,038	2,06
Fev/98	113	0,81	0,69	0,032	2,06
Mar/98	110	0,59	0,77	0,063	1,99
Abr/98	104	0,70	0,92	0,061	1,90
Mai/98	103	0,27	0,67	0,110	2,00
Jun/98	107	0,16	0,62	0,138	2,09
Jul/98	107	0,20	0,70	0,137	2,02
Ago/98	111	0,32	0,79	0,112	1,99
Set/98	112	0,43	0,90	0,099	1,72
Out/98	115	0,60	0,99	0,077	1,83
Nov/98	116	0,58	0,91	0,074	2,02
Dez/98	112	0,59	0,91	0,073	2,22
Média	112	0,46	0,66	0,074	2,15

Fonte: dados da pesquisa.

Sendo *n* o número de observações, *E* a efetividade, *h\** a razão de hedge de mínima variância, Desv. P. o desvio padrão de *h\** e *D.W.* a estatística Durbin-Watson.

TABELA 12A Resultados das regressões entre o preço à vista e o preço futuro para o Sul de Minas, considerando o período de duração do *hedge* de 6 meses.

Mês	<i>n</i>	<i>E</i>	<i>h*</i>	Desv. p.	<i>D.W.</i>
Jun/95	113	0,86	0,79	0,031	1,98
Jul/95	117	0,88	0,83	0,028	1,96
Ago/95	121	0,91	0,81	0,023	1,98
Set/95	109	0,81	0,79	0,038	2,26
Out/95	126	0,84	0,78	0,031	2,26
Nov/95	123	0,65	0,63	0,042	2,14
Dez/95	110	0,64	0,65	0,048	2,30
Jan/96	107	0,59	0,61	0,050	2,30
Fev/96	102	0,44	0,56	0,064	2,59
Mar/96	102	0,31	0,57	0,086	2,63
Abr/96	100	0,34	0,58	0,083	2,72
Mai/96	103	0,25	0,59	0,103	2,45
Jun/96	114	0,27	0,68	0,106	2,36
Jul/96	118	0,28	0,65	0,097	2,51
Ago/96	121	0,35	0,64	0,080	2,15
Set/96	121	0,26	0,52	0,082	2,33
Out/96	124	0,29	0,53	0,077	2,21
Nov/96	122	0,45	0,62	0,063	2,25
Dez/96	96	0,48	0,53	0,058	1,97
Jan/97	111	0,88	0,98	0,035	2,05
Fev/97	107	0,85	0,84	0,035	2,21
Mar/97	104	0,75	0,77	0,045	2,50
Abr/97	103	0,62	0,69	0,055	2,44
Mai/97	102	0,75	0,82	0,048	2,27
Jun/97	104	0,86	0,77	0,031	2,03
Jul/97	110	0,50	0,91	0,089	2,50
Ago/97	116	0,44	0,94	0,101	2,59
Set/97	119	0,42	1,04	0,114	2,53
Out/97	120	0,56	1,08	0,090	2,39
Nov/97	121	0,41	1,13	0,125	2,44
Dez/97	118	0,68	0,77	0,049	2,03
Jan/98	117	0,77	0,74	0,038	2,14
Fev/98	113	0,80	0,75	0,036	2,10
Mar/98	110	0,65	0,87	0,063	2,00
Abr/98	104	0,69	0,99	0,067	1,86
Mai/98	103	0,34	0,81	0,113	1,98
Jun/98	107	0,29	0,87	0,134	2,20
Jul/98	107	0,27	0,85	0,137	2,09
Ago/98	111	0,35	0,91	0,119	2,15
Set/98	112	0,52	1,09	0,100	2,15
Out/98	115	0,73	1,13	0,066	2,23
Nov/98	116	0,67	1,03	0,069	2,22
Dez/98	112	0,66	1,00	0,069	2,22
Média	112	0,57	0,79	0,070	2,25

Fonte: dados da pesquisa.

Sendo *n* o número de observações, *E* a efetividade, *h\** a razão de hedge de mínima variância, Desv. P. o desvio padrão de *h\** e *D.W.* a estatística Durbin-Watson.

<b>TABELA 1B</b>	<b>Médias mensais do valor da base para as regiões do Triângulo Mineiro, Alto Paranaíba, Zona da Mata e Sul de Minas, considerando o primeiro vencimento futuro .....</b>	<b>131</b>
------------------	---	------------

TABELA 1B Médias mensais do valor da base para as regiões do Triângulo Mineiro, Alto Paranaíba, Zona da Mata e Sul de Minas, considerando o primeiro vencimento futuro. Valores em US\$/saca

Mês	<i>n</i>	<i>B-T</i>	<i>B-AP</i>	<i>B-ZM</i>	<i>B-S</i>
Jan/95	16	-12,27	-14,18	-17,83	-21,61
Fev/95	18	-24,10	-18,80	-29,03	-21,52
Mar/95	20	-17,03	-15,36	-23,73	-25,60
Abr/95	16	-18,98	-17,27	-23,46	-22,56
Mai/95	22	-18,53	-16,73	-22,16	-21,95
Jun/95	21	-17,00	-14,56	-23,78	-18,59
Jul/95	20	-19,48	-16,64	-23,18	-18,84
Ago/95	22	-19,20	-17,80	-23,58	-19,25
Set/95	20	-18,83	-19,05	-21,75	-20,17
Out/95	21	-19,03	-17,76	-20,55	-19,88
Nov/95	19	-12,50	-12,41	-14,69	-13,72
Dez/95	8	-12,00	-11,93	-15,24	-12,34
Jan/96	17	-8,95	-9,05	-13,51	-13,28
Fev/96	17	-7,73	-7,83	-11,79	-9,95
Mar/96	20	-1,92	-0,41	-3,93	-4,01
Abr/96	19	-8,47	-8,53	-9,50	-11,09
Mai/96	22	5,24	5,10	-0,45	2,60
Jun/96	19	-9,16	-7,73	-11,63	-9,60
Jul/96	21	-11,68	-11,46	-15,12	-12,64
Ago/96	20	-12,16	-12,08	-15,18	-11,26
Set/96	20	-12,68	-12,35	-13,42	-12,28
Out/96	22	-12,23	-11,50	-14,49	-11,13
Nov/96	20	-14,13	-13,63	-16,27	-15,18
Dez/96	15	-15,48	-14,32	-18,65	-16,53
Jan/97	15	-13,93	-13,08	-21,73	-12,36
Fev/97	15	-17,99	-16,36	-26,19	-17,66
Mar/97	17	-26,47	-24,42	-38,67	-28,71
Abr/97	21	-21,36	-21,16	-42,04	-26,03
Mai/97	19	-16,23	-12,74	-36,89	-16,38
Jun/97	17	-24,55	-23,58	-31,64	-12,97
Jul/97	21	-11,28	-11,08	-22,71	-11,86
Ago/97	21	-18,69	-18,07	-27,77	-20,00
Set/97	21	-12,62	-13,41	-23,86	-13,54
Out/97	22	-14,46	-14,23	-20,66	-14,06
Nov/97	20	-19,32	-18,87	-25,05	-19,16
Dez/97	13	-17,01	-17,01	-28,68	-17,99
Jan/98	20	-18,36	-16,69	-26,00	-19,98
Fev/98	17	-18,82	-15,54	-26,45	-17,61
Mar/98	18	-8,19	-6,78	-14,90	-8,78
Abr/98	16	-12,83	-12,03	-16,02	-12,72
Mai/98	19	-4,88	-6,13	-11,44	-7,50
Jun/98	17	-12,82	-11,47	-12,21	-12,70
Jul/98	20	-10,88	-9,80	-11,09	-9,22
Ago/98	21	-11,12	-11,02	-11,28	-11,10
Set/98	19	-13,08	-14,79	-15,06	-12,95
Out/98	19	-14,09	-14,17	-15,19	-14,53
Nov/98	20	-14,59	-15,30	-16,61	-15,55
Dez/98	13	-17,59	-17,63	-17,82	-16,51
Média	19	-14,36	-13,58	-19,64	-15,21
Des. p.	3	5,65	5,20	8,19	5,67

Fonte: dados da pesquisa.

Sendo *n* o número de observações, *B-T*, *B-AP*, *B-ZM* e *B-S* o valor médio mensal da base no Triângulo Mineiro, Alto Paranaíba, Zona da Mata e Sul de Minas, respectivamente.



**ANEXO C****Página**

<b>TABELA 1C</b>	<b>Variáveis utilizadas no cálculo do prêmio pelo risco para a região do Triângulo Mineiro .....</b>	<b>133</b>
<b>TABELA 2C</b>	<b>Variáveis utilizadas no cálculo do prêmio pelo risco para a região do Alto Paranaíba .....</b>	<b>134</b>
<b>TABELA 3C</b>	<b>Variáveis utilizadas no cálculo do prêmio pelo risco para a região da Zona da Mata .....</b>	<b>135</b>
<b>TABELA 4C</b>	<b>Variáveis utilizadas no cálculo do prêmio pelo risco para a região do Sul de Minas .....</b>	<b>136</b>
<b>TABELA 5C</b>	<b>Cálculo do prêmio pelo risco médio e posição líquida teórica assumida por <i>hedgers</i> e especuladores .....</b>	<b>137</b>

TABELA 1C Variáveis utilizadas no cálculo do prêmio pelo risco para a região do Triângulo Mineiro. Valores em US\$/saca.

Mês	$P_t$	$F_t$	$CE$	$VC$	$BR$	$PR$
Jan/95	191,70	203,97	12,21	4,48	4,42	-0,91
Fev/95	175,61	199,72	6,44	4,48	-13,18	5,89
Mar/95	193,41	210,45	22,65	4,48	10,10	-3,96
Abr/95	182,23	201,21	9,64	4,48	-4,86	1,09
Mai/95	177,19	195,71	28,50	4,48	14,45	-6,67
Jun/95	159,76	176,76	7,81	4,48	-4,71	1,03
Jul/95	149,92	169,40	22,74	4,48	7,73	-2,54
Ago/95	154,82	174,02	7,19	4,48	-7,53	2,42
Set/95	140,46	159,28	30,98	4,48	16,63	-7,97
Out/95	134,98	154,01	12,81	4,48	-1,75	0,15
Nov/95	135,86	148,35	5,04	4,48	-2,99	0,43
Dez/95	125,83	137,83	20,16	4,48	12,63	-5,55
Jan/96	148,35	157,30	11,33	4,48	6,85	-2,05
Fev/96	162,69	170,42	4,76	4,48	1,51	-0,11
Mar/96	155,74	157,66	8,93	4,48	11,48	-4,82
Abr/96	143,09	151,56	4,08	4,48	0,09	0,00
Mai/96	148,55	143,30	7,31	4,48	17,03	-8,20
Jun/96	124,48	133,64	3,83	4,48	-0,85	0,04
Jul/96	102,60	114,28	5,85	4,48	-1,36	0,09
Ago/96	107,72	119,87	3,69	4,48	-3,99	0,75
Set/96	114,70	127,39	10,99	4,48	2,78	-0,37
Out/96	113,19	125,42	6,90	4,48	-0,85	0,04
Nov/96	115,55	129,68	4,01	4,48	-5,64	1,44
Dez/96	118,30	133,78	13,66	4,48	2,66	-0,34
Jan/97	159,97	173,90	8,70	4,48	-0,76	0,03
Fev/97	185,50	203,49	4,59	4,48	-8,92	3,23
Mar/97	206,35	232,81	9,54	4,48	-12,45	5,43
Abr/97	211,30	232,66	4,79	4,48	-12,10	5,21
Mai/97	230,60	246,83	10,36	4,48	-1,40	0,10
Jun/97	212,37	236,92	4,86	4,48	-15,21	7,13
Jul/97	176,65	187,93	8,77	4,48	1,97	-0,19
Ago/97	190,74	209,43	4,61	4,48	-9,61	3,65
Set/97	200,02	212,64	17,10	4,48	8,95	-3,25
Out/97	180,54	195,00	8,93	4,48	-1,06	0,05
Nov/97	178,08	197,40	6,11	4,48	-8,74	3,12
Dez/97	205,97	222,98	30,89	4,48	18,36	-8,95
Jan/98	213,30	231,66	14,40	4,48	0,51	-0,01
Fev/98	208,98	227,80	4,43	4,48	-9,91	3,84
Mar/98	180,09	188,28	10,70	4,48	6,99	-2,12
Abr/98	162,36	175,19	4,08	4,48	-4,27	0,85
Mai/98	134,96	139,85	6,20	4,48	5,80	-1,51
Jun/98	113,08	125,91	3,68	4,48	-4,66	1,01
Jul/98	106,37	117,25	5,89	4,48	-0,50	0,01
Ago/98	112,22	123,34	3,55	4,48	-3,10	0,46
Set/98	102,66	115,74	8,16	4,48	-0,45	0,01
Out/98	99,97	114,06	7,11	4,48	-2,50	0,30
Nov/98	107,23	121,82	3,77	4,48	-6,34	1,78
Dez/98	113,54	131,14	11,87	4,48	-1,25	0,08
Média	155,62	169,98	9,89	4,48	0,00	-0,21
Desv. p.	36,87	39,47	7,03		8,08	3,41

Fonte: dados da pesquisa.

Sendo  $P_t$  o preço à vista,  $F_t$  o preço futuro,  $CE$  o custo de entrega,  $VC$  o valor de correção,  $BR$  a base residual e  $PR$  o valor do prêmio pelo risco.

TABELA 2C Variáveis utilizadas no cálculo do prêmio pelo risco para a região do Alto Paranaíba. Valores em US\$/saca.

Mês	$P_t$	$F_t$	$CE$	$VC$	$BR$	$PR$
Jan/95	189,78	203,97	16,29	1,49	3,60	-0,47
Fev/95	180,92	199,72	5,68	1,49	-11,63	4,19
Mar/95	195,09	210,45	27,18	1,49	13,31	-5,22
Abr/95	183,95	201,21	8,84	1,49	-6,94	1,67
Mai/95	178,99	195,71	32,54	1,49	17,30	-7,72
Jun/95	162,20	176,76	6,82	1,49	-6,25	1,37
Jul/95	152,76	169,40	25,97	1,49	10,82	-3,71
Ago/95	156,21	174,02	6,10	1,49	-10,21	3,36
Set/95	140,23	159,28	39,46	1,49	21,91	-10,50
Out/95	136,25	154,01	15,15	1,49	-1,12	0,05
Nov/95	135,94	148,35	3,70	1,49	-7,22	1,80
Dez/95	125,90	137,83	27,55	1,49	17,11	-7,60
Jan/96	148,25	157,30	13,97	1,49	6,41	-1,44
Fev/96	162,60	170,42	3,64	1,49	-2,70	0,27
Mar/96	157,26	157,66	11,93	1,49	13,02	-5,04
Abr/96	143,03	151,56	2,77	1,49	-4,27	0,66
Mai/96	148,40	143,30	9,92	1,49	16,51	-7,23
Jun/96	125,91	133,64	2,37	1,49	-3,87	0,54
Jul/96	102,82	114,28	6,87	1,49	-3,10	0,35
Ago/96	107,79	119,87	2,05	1,49	-8,54	2,45
Set/96	115,03	127,39	17,47	1,49	6,60	-1,52
Out/96	113,93	125,42	8,32	1,49	-1,69	0,11
Nov/96	116,05	129,68	2,42	1,49	-9,72	3,08
Dez/96	119,46	133,78	20,56	1,49	7,73	-2,04
Jan/97	160,82	173,90	11,74	1,49	0,15	0,00
Fev/97	187,12	203,49	3,62	1,49	-11,25	3,97
Mar/97	208,39	232,81	14,27	1,49	-8,66	2,51
Abr/97	211,51	232,66	4,01	1,49	-15,66	6,69
Mai/97	234,09	246,83	16,03	1,49	4,77	-0,82
Jun/97	213,34	236,92	4,11	1,49	-17,98	8,15
Jul/97	176,85	187,93	12,33	1,49	2,74	-0,27
Ago/97	191,36	209,43	3,65	1,49	-12,93	4,99
Set/97	199,23	212,64	30,06	1,49	18,14	-8,24
Out/97	180,77	195,00	12,60	1,49	-0,14	0,00
Nov/97	178,54	197,40	5,03	1,49	-12,35	4,63
Dez/97	205,97	222,98	44,44	1,49	28,92	-14,36
Jan/98	214,97	231,66	19,35	1,49	4,15	-0,63
Fev/98	212,26	227,80	3,66	1,49	-10,39	3,46
Mar/98	181,50	188,28	14,45	1,49	9,15	-2,77
Abr/98	163,15	175,19	2,85	1,49	-7,70	2,03
Mai/98	133,72	139,85	8,17	1,49	3,54	-0,46
Jun/98	114,44	125,91	2,02	1,49	-7,96	2,16
Jul/98	107,44	117,25	7,01	1,49	-1,31	0,06
Ago/98	112,32	123,34	1,85	1,49	-7,68	2,02
Set/98	100,95	115,74	13,32	1,49	0,02	0,00
Out/98	99,88	114,06	7,91	1,49	-4,78	0,82
Nov/98	106,52	121,82	2,01	1,49	-11,80	4,30
Dez/98	113,51	131,14	18,11	1,49	1,97	-0,14
Média	156,40	169,98	12,09	1,49	0,00	-0,30
Desv. p.	37,36	39,47	10,17		10,63	4,36

Fonte: dados da pesquisa.

Sendo  $P_t$  o preço à vista,  $F_t$  o preço futuro,  $CE$  o custo de entrega,  $VC$  o valor de correção,  $BR$  a base residual e  $PR$  o valor do prêmio pelo risco.

TABELA 3C Variáveis utilizadas no cálculo do prêmio pelo risco para a região da Zona da Mata. Valores em US\$/saca.

Mês	$P_t$	$F_t$	$CE$	$VC$	$BR$	$PR$
Jan/95	186,14	203,97	12,12	9,79	4,08	-0,66
Fev/95	170,69	199,72	6,52	9,79	-12,72	5,14
Mar/95	186,72	210,45	22,15	9,79	8,21	-2,47
Abr/95	177,75	201,21	9,66	9,79	-4,01	0,64
Mai/95	173,55	195,71	28,16	9,79	15,79	-7,07
Jun/95	152,99	176,76	7,78	9,79	-6,21	1,48
Jul/95	146,22	169,40	22,43	9,79	9,04	-2,92
Ago/95	150,44	174,02	7,25	9,79	-6,54	1,63
Set/95	137,53	159,28	30,58	9,79	18,62	-8,79
Out/95	133,46	154,01	12,89	9,79	2,13	-0,19
Nov/95	133,67	148,35	5,19	9,79	0,29	0,00
Dez/95	122,59	137,83	19,90	9,79	14,45	-6,23
Jan/96	143,79	157,30	11,25	9,79	7,54	-2,11
Fev/96	158,63	170,42	4,90	9,79	2,90	-0,34
Mar/96	153,73	157,66	9,05	9,79	14,90	-6,52
Abr/96	142,06	151,56	4,27	9,79	4,56	-0,82
Mai/96	142,85	143,30	7,32	9,79	16,66	-7,60
Jun/96	122,01	133,64	4,00	9,79	2,17	-0,19
Jul/96	99,16	114,28	5,94	9,79	0,61	-0,02
Ago/96	104,70	119,87	3,86	9,79	-1,52	0,09
Set/96	113,97	127,39	11,13	9,79	7,50	-2,10
Out/96	110,93	125,42	7,02	9,79	2,32	-0,22
Nov/96	113,41	129,68	4,18	9,79	-2,30	0,22
Dez/96	115,13	133,78	13,56	9,79	4,71	-0,87
Jan/97	152,18	173,90	8,60	9,79	-3,33	0,45
Fev/97	177,29	203,49	4,71	9,79	-11,70	4,51
Mar/97	194,14	232,81	9,34	9,79	-19,54	9,34
Abr/97	190,62	232,66	4,78	9,79	-27,47	13,67
Mai/97	209,94	246,83	9,87	9,79	-17,24	7,96
Jun/97	205,28	236,92	4,99	9,79	-16,85	7,72
Jul/97	165,22	187,93	8,58	9,79	-4,34	0,75
Ago/97	181,66	209,43	4,72	9,79	-13,27	5,49
Set/97	188,78	212,64	16,49	9,79	2,42	-0,24
Out/97	174,34	195,00	8,92	9,79	-1,96	0,16
Nov/97	172,35	197,40	6,20	9,79	-9,06	2,94
Dez/97	194,30	222,98	29,50	9,79	10,61	-3,84
Jan/98	205,66	231,66	14,18	9,79	-2,03	0,17
Fev/98	201,35	227,80	4,58	9,79	-12,09	4,75
Mar/98	173,38	188,28	10,61	9,79	5,50	-1,18
Abr/98	159,17	175,19	4,26	9,79	-1,97	0,16
Mai/98	128,41	139,85	6,24	9,79	4,59	-0,83
Jun/98	113,70	125,91	3,90	9,79	1,48	-0,09
Jul/98	106,16	117,25	6,10	9,79	4,79	-0,91
Ago/98	112,06	123,34	3,75	9,79	2,26	-0,21
Set/98	100,68	115,74	8,26	9,79	2,99	-0,36
Out/98	98,87	114,06	7,27	9,79	1,87	-0,14
Nov/98	105,21	121,82	3,96	9,79	-2,86	0,33
Dez/98	113,32	131,14	12,06	9,79	4,03	-0,65
Média	150,34	169,98	9,85	9,79	0,00	0,21
Desv. p.	33,42	39,47	6,79		9,63	4,13

Fonte: dados da pesquisa.

Sendo,  $P_t$  o preço à vista,  $F_t$  o preço futuro,  $CE$  o custo de entrega,  $VC$  o valor de correção,  $BR$  a base residual e  $PR$  o valor do prêmio pelo risco.

TABELA 4C

Variáveis utilizadas no cálculo do prêmio pelo risco para a região Sul de Minas. Valores em US\$/saca.

Mês	$P_t$	$F_t$	$CE$	$VC$	$BR$	$PR$
Jan/95	182,36	203,97	12,87	4,19	-4,55	1,04
Fev/95	178,20	199,72	7,64	4,19	-9,68	3,90
Mar/95	184,84	210,45	22,90	4,19	1,49	-0,12
Abr/95	178,65	201,21	10,65	4,19	-7,72	2,70
Mai/95	173,77	195,71	29,15	4,19	11,39	-4,97
Jun/95	158,17	176,76	8,92	4,19	-5,49	1,48
Jul/95	150,56	169,40	23,98	4,19	9,33	-3,68
Ago/95	154,76	174,02	8,35	4,19	-6,72	2,12
Set/95	139,11	159,28	31,87	4,19	15,89	-7,68
Out/95	134,13	154,01	13,91	4,19	-1,78	0,17
Nov/95	134,63	148,35	6,18	4,19	-3,35	0,58
Dez/95	125,49	137,83	21,28	4,19	13,12	-6,05
Jan/96	144,01	157,30	12,24	4,19	3,15	-0,51
Fev/96	160,48	170,42	5,91	4,19	0,15	0,00
Mar/96	153,65	157,66	10,03	4,19	10,21	-4,23
Abr/96	140,47	151,56	5,24	4,19	-1,66	0,15
Mai/96	145,90	143,30	8,41	4,19	15,20	-7,28
Jun/96	124,04	133,64	5,02	4,19	-0,40	0,01
Jul/96	101,64	114,28	7,01	4,19	-1,44	0,11
Ago/96	108,61	119,87	4,90	4,19	-2,17	0,25
Set/96	115,11	127,39	12,21	4,19	4,13	-0,87
Out/96	114,29	125,42	8,15	4,19	1,21	-0,08
Nov/96	114,51	129,68	5,20	4,19	-5,78	1,63
Dez/96	117,25	133,78	14,76	4,19	2,42	-0,31
Jan/97	161,54	173,90	9,97	4,19	1,79	-0,17
Fev/97	185,83	203,49	5,81	4,19	-7,66	2,67
Mar/97	204,11	232,81	10,68	4,19	-13,83	6,48
Abr/97	206,64	232,66	5,96	4,19	-15,88	7,68
Mai/97	230,45	246,83	11,57	4,19	-0,63	0,02
Jun/97	223,95	236,92	6,20	4,19	-2,57	0,35
Jul/97	176,07	187,93	9,97	4,19	2,30	-0,28
Ago/97	189,43	209,43	5,82	4,19	-9,99	4,10
Set/97	199,10	212,64	18,25	4,19	8,90	-3,41
Out/97	180,94	195,00	10,17	4,19	0,29	0,00
Nov/97	178,24	197,40	7,34	4,19	-7,64	2,65
Dez/97	204,99	222,98	31,98	4,19	18,19	-8,96
Jan/98	211,68	231,66	15,54	4,19	-0,25	0,00
Fev/98	210,19	227,80	5,68	4,19	-7,75	2,72
Mar/98	179,50	188,28	11,91	4,19	7,32	-2,46
Abr/98	162,47	175,19	5,32	4,19	-3,21	0,54
Mai/98	132,34	139,85	7,37	4,19	4,06	-0,84
Jun/98	113,21	125,91	4,92	4,19	-3,58	0,66
Jul/98	108,03	117,25	7,18	4,19	2,16	-0,25
Ago/98	112,24	123,34	4,79	4,19	-2,12	0,24
Set/98	102,79	115,74	9,41	4,19	0,65	-0,02
Out/98	99,53	114,06	8,34	4,19	-2,00	0,21
Nov/98	106,27	121,82	5,01	4,19	-6,35	1,92
Dez/98	114,63	131,14	13,20	4,19	0,88	-0,04
Média	154,77	169,98	11,02	4,19	0,00	-0,16
Desv. p.	36,69	39,47	6,92		7,38	3,16

Fonte: dados da pesquisa.

Sendo  $P_t$  o preço à vista,  $F_t$  o preço futuro,  $CE$  o custo de entrega,  $VC$  o valor de correção,  $BR$  a base residual e  $PR$  o valor do prêmio pelo risco.

TABELA 5C Cálculo do prêmio pelo risco médio e posição líquida teórica assumida por *hedgers* e especuladores. Valores em US\$/saca.

Mês	PR - T	PR - AP	PR - ZM	PR - S	PR - Médio	Hedger	Espec.
Jan/95	-0,91	-0,47	-0,66		-0,68	compra	vende
Fev/95	5,89	4,19	5,14	3,90	4,78	vende	compra
Mar/95	-3,96	-5,22	-2,47	-0,12	-2,94	compra	vende
Abr/95	1,09	1,67	0,64	2,70	1,53	vende	compra
Mai/95	-6,67	-7,72	-7,07	-4,97	-6,61	compra	vende
Jun/95	1,03	1,37	1,48	1,48	1,34	vende	compra
Jul/95	-2,54	-3,71	-2,92	-3,68	-3,21	compra	vende
Ago/95	2,42	3,36	1,63	2,12	2,38	vende	compra
Set/95	-7,97	-10,50	-8,79	-7,68	-8,74	compra	vende
Out/95	0,15	0,05		0,17	0,12	vende	compra
Nov/95	0,43	1,80		0,58	0,94	vende	compra
Dez/95	-5,55	-7,60	-6,23	-6,05	-6,36	compra	vende
Jan/96	-2,05	-1,44	-2,11	-0,51	-1,53	compra	vende
Fev/96	-0,11		-0,34	0,00	-0,15	compra	vende
Mar/96	-4,82	-5,04	-6,52	-4,23	-5,15	compra	vende
Abr/96	0,00	0,66	-0,82	0,15	0,00	compra	vende
Mai/96	-8,20	-7,23	-7,60	-7,28	-7,58	compra	vende
Jun/96	0,04	0,54		0,01	0,20	vende	compra
Jul/96	0,09	0,35		0,11	0,18	vende	compra
Ago/96	0,75	2,45	0,09	0,25	0,88	vende	compra
Set/96	-0,37	-1,52	-2,10	-0,87	-1,21	compra	vende
Out/96	0,04	0,11	-0,22	-0,08	-0,04	compra	vende
Nov/96	1,44	3,08	0,22	1,63	1,59	vende	compra
Dez/96	-0,34	-2,04	-0,87	-0,31	-0,89	compra	vende
Jan/97	0,03	0,00	0,45	-0,17	0,08	vende	compra
Fev/97	3,23	3,97	4,51	2,67	3,59	vende	compra
Mar/97	5,43	2,51	9,34	6,48	5,94	vende	compra
Abr/97	5,21	6,69	13,67	7,68	8,31	vende	compra
Mai/97	0,10		7,96	0,02	2,69	vende	compra
Jun/97	7,13	8,15	7,72	0,35	5,84	vende	compra
Jul/97	-0,19	-0,27		-0,28	-0,25	compra	vende
Ago/97	3,65	4,99	5,49	4,10	4,56	vende	compra
Set/97	-3,25	-8,24	-0,24	-3,41	-3,79	compra	vende
Out/97	0,05	0,00	0,16		0,07	compra	compra
Nov/97	3,12	4,63	2,94	2,65	3,33	vende	compra
Dez/97	-8,95	-14,36	-3,84	-8,96	-9,03	compra	vende
Jan/98	-0,01	-0,63	0,17	0,00	-0,12	compra	vende
Fev/98	3,84	3,46	4,75	2,72	3,69	vende	compra
Mar/98	-2,12	-2,77	-1,18	-2,46	-2,13	compra	vende
Abr/98	0,85	2,03	0,16	0,54	0,89	vende	compra
Mai/98	-1,51	-0,46	-0,83	-0,84	-0,91	compra	vende
Jun/98	1,01	2,16		0,66	1,27	vende	compra
Jul/98	0,01	0,06	-0,91	-0,25	-0,27	compra	vende
Ago/98	0,46	2,02		0,24	0,90	vende	compra
Set/98		0,00	-0,36	-0,02	-0,13	compra	vende
Out/98	0,30	0,82		0,21	0,44	vende	compra
Nov/98	1,78	4,30	0,33	1,92	2,08	vende	compra
Dez/98		-0,14	-0,65	-0,04	-0,28	compra	vende
Média	-0,22	-0,30	0,25	-0,19	-0,09		
Desv. p.	3,48	4,45	4,52	3,23	3,59		

Fonte: dados da pesquisa.

Sendo *PR-T*, *PR-AP*, *PR-ZM*, *PR-S*, o valor teórico para o prêmio pelo risco para as regiões do Triângulo Mineiro, Alto Paranaíba, Zona da Mata e Sul de Minas, respectivamente, *PR-Médio* o valor do prêmio pelo risco médio após excluir os valores discrepantes, *Hedger* e *Espec.* representam a posição líquida teórica assumida por *hedgers* e especuladores.

**CENTRO de DOCUMENTAÇÃO**  
**CEDOC/DAE/UFLA**