

"A FEA e a USP respeitam os direitos autorais deste trabalho. Nós acreditamos que a melhor proteção contra o uso ilegítimo deste texto é a publicação online. Além de preservar o conteúdo motiva-nos oferecer à sociedade o conhecimento produzido no âmbito da universidade pública e dar publicidade ao esforço do pesquisador. Entretanto, caso não seja do interesse do autor manter o documento online, pedimos compreensão em relação à iniciativa e o contato pelo e-mail [bibfea@usp.br](mailto:bibfea@usp.br) para que possamos tomar as providências cabíveis (remoção da tese ou dissertação da BDTD)."

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO**

**Faculdade de Economia, Administração e  
Contabilidade**

**Departamento de Administração**

**UMA ANÁLISE EMPÍRICA DO PRÊMIO PELO  
RISCO NOS CONTRATOS FUTUROS DE ÍNDICE  
BOVESPA DA BM&F.**

**Ricardo Sassatani**

**Orientador: Prof. Dr. José Roberto Securato**

São Paulo

Janeiro - 1999

**REITOR DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO**

Prof. Dr. Jacques Marcovitch

**DIRETOR DA FACULDADE DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E CONTABILIDADE**

Prof. Dr. Eliseu Martins

**CHEFE DO DEPARTAMENTO DE ADMINISTRAÇÃO**

Prof. Dr. Cláudio Felisoni de Ângelo

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO**

**Faculdade de Economia, Administração e  
Contabilidade**

**Departamento de Administração**

**UMA ANÁLISE EMPÍRICA DO PRÊMIO PELO  
RISCO NOS CONTRATOS FUTUROS DE ÍNDICE**

**DEDALUS - Acervo - FEA**



20600002108

**Ricardo Sassatani**

**Orientador: Prof. Dr. José Roberto Securato**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Departamento de Administração da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do título de Mestre em Administração.

São Paulo

Janeiro - 1999

## AGRADECIMENTOS

Teses e dissertações nunca são realizados por uma única pessoa. Gostaria de agradecer a todos os professores, funcionários e aos colegas do programa de pós-graduação da FEA/USP que contribuíram para minha formação e para o sucesso deste trabalho. Em particular, devo um reconhecimento especial às seguintes pessoas:

- Prof. José Roberto Securato: ao amigo e orientador que durante todo o tempo sempre colaborou com novas idéias e sugestões para enriquecer o trabalho, que foi o responsável pela criação do Laboratório de Finanças e de inúmeras iniciativas que projetou a área de finanças na faculdade;
- Prof. Rubens Famá e Prof. Nelson Carvalho: pela cuidadosa revisão no trabalho e pelas idéias que foram aqui acrescentadas após a qualificação;
- Prof. José Siqueira: pela parceria em diversos estudos, artigos e discussões sobre os mais variados temas ligados a finanças e pelo apoio na análise estatística;
- Paulo Eduardo Clini: pela sugestão do tema e disposição em acompanhar o desenvolvimento desta dissertação;
- à toda equipe da BM&F e, em especial, a ajuda de Manoel Argerakis Neto e Vânia Sanchez;
- aos colegas de Mestrado e Doutorado, Adriano Bruni, André Oda, Fernando Fleury, Gustavo Aleixo, Junio Fuentes, e Ricardo Suganuma.

Também quero demonstrar meus agradecimentos à Sophia pelo estímulo, carinho e paciência durante o tempo em que me dediquei à realização deste trabalho.

Este trabalho também não seria possível ser concretizado sem o apoio de minha família, especialmente de meu pai, Sylvio Shinya Sassatani, e de minha avó, Chiya Sasatani, que foram vitais para minha educação.

## RESUMO

Nas últimas décadas, os mercados futuros têm ocupado um papel relevante na administração de risco de investimentos. A importância adquirida pelos mercados futuros deu origem a três linhas de estudos: a eficiência de mercado, o poder de previsão de seus participantes e a questão do prêmio pelo risco.

A idéia de existência de um prêmio pelo risco nos contratos futuros remonta aos estudos de Keynes nos anos 30, que formulou a teoria do normal backwardation. De acordo com o autor, em um mercado composto por hedgers e especuladores, os preços dos contratos futuros contêm um prêmio que é pago pelos hedgers. Tal prêmio surge como recompensa aos especuladores por proverem a segurança e liquidez demandada pelos hedgers.

A teoria proposta por Keynes despertou a atenção de vários acadêmicos que realizaram testes empíricos para examinar se os preços futuros de fato conteriam um prêmio pelo risco. Destacam-se os estudos feitos por Telser (1958), Gray (1961), Dusak (1973), Bessembider (1993) e Chatrath et al. (1997). A maior parte dos estudos realizados costumam associar o lucro obtido pelos especuladores com a existência de um prêmio, e os resultados são variados. E entre os contratos analisados, pouca atenção foi dada aos contratos futuros de índices de ações.

Esta dissertação teve por objetivo analisar de forma direta a existência de um prêmio pelo risco nos contratos futuros de índice bovespa negociados na BM&F entre julho de 1994 e outubro de 1998. Neste trabalho, buscou-se identificar a existência de um viés nos preços futuros do Ibovespa e associá-lo à posição assumida por hedgers e especuladores nos mercados futuros.

Embora os contratos futuros apresentassem um viés em relação ao preço teórico, os resultados não permitiram dizer que esta diferença é consequência de um prêmio pelo risco. Outras variáveis, como a variação das taxas de juros, o prazo e os resíduos defasados do modelo de regressão, apresentaram significância estatística tendo maior importância na predição deste viés.

## ABSTRACT

During recent decades the futures markets have played a significant role in investment risk management. The prominence achieved by the futures markets has given rise to three types of research: market-efficiency, forecasting ability of its participants and the question of risk premium.

The idea of existence of a risk premium in futures contracts dates back to the studies carried out in the 1930s by Keynes, who created the theory of normal backwardation. According to the author, in a market made up of hedgers and speculators the prices of futures contracts contain a premium which is paid by the hedgers. This premium is the speculators' reward for providing the safety and liquidity demanded by the hedgers.

The theory put forward by Keynes caught the attention of various academics who carried out empirical research to see if futures prices really contained a risk premium. Highlighted are studies carried out by Telser (1958), Gray (1961), Dusak (1973), Bessembider (1993) and Chatrath and others (1997). The majority of studies that have taken place have tended to associate the profit obtained by speculators with the existence of a premium, and the results have been varied. And out of the contracts examined very little attention has been given to stock index futures contracts.

The aim of this dissertation was to analyse in a direct way the existence of a risk premium in the Bovespa index futures contracts traded on the São Paulo Commodities and Futures Exchange between July 1994 and October 1998. In this study an attempt was made to identify the existence of a bias in the futures price of Bovespa index and link this bias to the position adopted by hedgers and speculators in the futures markets.

Although the futures contracts reveal a bias in relation to the theoretical price, the results do not allow us to state that this difference is due to a risk premium. Other variables, such as interest rate changes, the time to maturity and the lagged residuals from the regression model demonstrated a statistical significance in predicting this bias.

## ÍNDICE ANALÍTICO

<b>1. O PROBLEMA SOB PESQUISA.....</b>	<b>1</b>
1.1. APRESENTAÇÃO.....	1
1.2. FORMULAÇÃO DO PROBLEMA .....	6
1.3. JUSTIFICATIVA DO TEMA ESCOLHIDO.....	9
1.4. OBJETIVOS.....	10
1.5. HIPÓTESES .....	11
1.6. LIMITAÇÕES DA PESQUISA .....	12
<b>2. OS MERCADOS FUTUROS .....</b>	<b>14</b>
2.1. ORIGEM E DESENVOLVIMENTO .....	14
2.2. MERCADOS FUTUROS NO BRASIL .....	16
2.3. FUNCIONAMENTO DOS MERCADOS FUTUROS .....	19
2.4. CARACTERÍSTICAS PRINCIPAIS DO MERCADO FUTURO .....	21
2.5. ÍNDICES DE AÇÕES .....	30
2.6. DESENVOLVIMENTO DOS ÍNDICES DE AÇÕES NAS BOLSAS DO MUNDO .....	32
2.7. O SURGIMENTO DO ÍNDICE BOVESPA.....	35
2.8. CONTRATOS FUTUROS DE ÍNDICE DE AÇÕES.....	38
2.9. ESPECIFICAÇÕES DO CONTRATO FUTURO DE ÍNDICE BOVESPA .....	41
2.10. ESTRATÉGIAS ADOTADAS COM CONTRATOS FUTUROS DE ÍNDICE DE AÇÕES .....	44
<b>3. FORMAÇÃO DE PREÇOS NOS MERCADOS FUTUROS .....</b>	<b>55</b>
3.1. IMPORTÂNCIA DO PRINCÍPIO DA ARBITRAGEM .....	55
3.2. FORMALIZAÇÃO DO PRINCÍPIO DA ARBITRAGEM.....	56
3.3. FORMAÇÃO DE PREÇOS NOS MERCADOS A TERMO POR ARBITRAGEM. ....	64
3.4. FORMAÇÃO DE PREÇOS NOS MERCADOS FUTUROS POR ARBITRAGEM. ....	67
3.5. PREÇO A TERMO COMO UMA APROXIMAÇÃO DO PREÇO FUTURO. ....	71
3.6. FORMAÇÃO DE PREÇOS POR EXPECTATIVAS. ....	72
3.7. FENÔMENOS OCORRIDOS COM OS PREÇOS FUTUROS .....	75
3.8. OFERTA E DEMANDA POR CONTRATOS FUTUROS: FORMAÇÃO DO PRÊMIO PELO RISCO EM EQUILÍBRIO.....	84
<b>4. PRÊMIO PELO RISCO NOS CONTRATOS FUTUROS .....</b>	<b>90</b>
4.1. CONCEITO DE RISCO EM FINANÇAS.....	90
4.2. AVERSÃO AO RISCO E TEORIA DA UTILIDADE.....	93
4.3. PRÊMIO PELO RISCO NOS MERCADOS FUTUROS .....	101
4.4. FORMAS DE PRÊMIO UTILIZADO NOS TESTES EMPÍRICOS .....	105
4.5. TESTES EMPÍRICOS REALIZADOS.....	111
<b>5. METODOLOGIA DA PESQUISA .....</b>	<b>116</b>
5.1. O MÉTODO DA PESQUISA.....	116
5.2. O MODELO DE PESQUISA .....	117
5.3. POPULAÇÃO E AMOSTRA UTILIZADA.....	119
5.4. COLETA, PROCESSAMENTO E ANÁLISE DOS DADOS.....	121
<b>6. RESULTADOS OBTIDOS .....</b>	<b>132</b>
6.1. RESULTADOS DO TESTE PARA IDENTIFICAÇÃO DO VIÉS.....	132
6.2. RESULTADO DO TESTE PARA IDENTIFICAÇÃO DAS VARIÁVEIS RELACIONADAS COM O VIÉS DO CONTRATO FUTURO .....	137
<b>7. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>147</b>
<b>8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>151</b>



9. APÊNDICE .....	159
9.1. FUNÇÃO DE UTILIDADE .....	159
9.2. GLOSSÁRIO .....	162

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - VOLUME ANUAL TRANSACIONADO NA BM&F .....	3
FIGURA 2 - FUNCIONAMENTO DO MERCADO À VISTA.....	20
FIGURA 3 - FUNCIONAMENTO DO MERCADO FUTURO .....	20
FIGURA 4 - NEGOCIAÇÃO NO PREGÃO DE UMA BOLSA DE FUTUROS .....	24
FIGURA 5 - FUNCIONAMENTO DE UMA CÂMARA DE COMPENSAÇÃO .....	27
FIGURA 6 - REQUISITOS BÁSICOS PARA COMPOR O ÍNDICE BOVESPA .....	36
FIGURA 7 - CONTRATO FUTURO DE ÍNDICE VS. PARTICIPANTES .....	39
FIGURA 8 - AJUSTE DIÁRIO DO CONTRATO FUTURO .....	40
FIGURA 9 - RETORNO DE TELEBRÁS VS. IBOVESPA.....	46
FIGURA 10 - ESTRUTURA DE <i>ODDS</i> .....	61
FIGURA 11 - ÁRVORE DE DECISÕES PARA A APOSTA .....	63
FIGURA 12 - MECÂNICA DOS AJUSTES DIÁRIOS NA BM&F .....	67
FIGURA 13 - FLUXO DE CAIXA DOS AJUSTES DIÁRIOS .....	69
FIGURA 14 - ESTIMATIVAS DO ÍNDICE BOVESPA.....	73
FIGURA 15 - MERCADO INVERTIDO: PREÇO À VISTA VS. PREÇO FUTURO .....	78
FIGURA 16 - <i>NORMAL BACKWARDATION</i> : EXPECTATIVA DO PREÇO À VISTA VS. PREÇO FUTURO .....	80
FIGURA 17 - <i>NORMAL BACKWARDATION</i> : PREÇO FUTURO VS. PREÇO TEÓRICO .....	82
FIGURA 18 - <i>CONTANGO</i> : PREÇO FUTURO VS. EXPECTATIVA DO PREÇO À VISTA .....	83
FIGURA 19 - CURVAS DE OFERTA E DEMANDA POR CONTRATOS FUTUROS.....	86
FIGURA 20 - PREÇO DE EQUILÍBRIO NOS MERCADOS FUTUROS SEM ESPECULADORES: <i>NORMAL BACKWARDATION</i> .....	87
FIGURA 21 - PREÇO DE EQUILÍBRIO NOS MERCADOS FUTUROS SEM ESPECULADORES: <i>CONTANGO</i> .....	88
FIGURA 22 - PREÇO DE EQUILÍBRIO COM ESPECULADORES: <i>NORMAL BACKWARDATION</i> .....	89
FIGURA 23 - LUCROS E PERDAS VS. VARIAÇÃO DO PREÇO DO ATIVO .....	93
FIGURA 24 - RISCO E RETORNO DO PORTFOLIO - FRONTEIRA EFICIENTE .....	94
FIGURA 25 - FUNÇÃO UTILIDADE PARA AVERSÃO AO RISCO .....	97
FIGURA 26 - CURVAS DE UTILIDADE PARA DIVERSAS ATITUDES DE RISCO.....	98
FIGURA 27 - CURVAS DE UTILIDADE PARA AVERSÃO AO RISCO .....	100
FIGURA 28 - ÁRVORE DE DECISÃO PARA <i>HEDGE</i> EM MERCADOS FUTUROS.....	102
FIGURA 29 - FUNÇÃO UTILIDADE PARA AS ALTERNATIVAS.....	103
FIGURA 30 - PRÊMIO PELO RISCO.....	104
FIGURA 31 - DINÂMICA DAS TRANSAÇÕES ENTRE HEDGERS E ESPECULADORES NOS MERCADOS FUTUROS ..	118
FIGURA 32 - O MODELO DE PESQUISA.....	118
FIGURA 33 - VOLUME FINANCEIRO DA BM&F - 1997 .....	120
FIGURA 34 - AMOSTRAS SEM SOBREPOSIÇÃO DE DADOS.....	132
FIGURA 35 - OBSERVAÇÕES ENCADEADAS DOS CONTRATOS FUTUROS .....	137
FIGURA 36 - COMPORTAMENTO DO VIÉS AO LONGO DO TEMPO .....	138
FIGURA 37 - TESTE DE DURBIN-WATSON .....	142
FIGURA 38 - RESÍDUOS DA REGRESSÃO POR MQO .....	143
FIGURA 39 - FUNÇÃO DE UTILIDADE LOGARÍTMICA.....	159
FIGURA 40 - PRIMEIRA E SEGUNDA DERIVADAS DA FUNÇÃO DE UTILIDADE LOGARÍTMICA .....	160
FIGURA 41 - FUNÇÃO DE UTILIDADE EXPONENCIAL.....	160
FIGURA 42 - PRIMEIRA E SEGUNDA DERIVADA DA FUNÇÃO DE UTILIDADE EXPONENCIAL .....	161

## LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 - EXEMPLOS DE TESTES SOBRE PRÊMIO PELO RISCO EM CONTRATOS FUTUROS .....	7
QUADRO 2 - ÍNDICES DE AÇÕES DAS PRINCIPAIS BOLSAS DE VALORES E SEUS RESPECTIVOS MERCADOS FUTUROS.....	34
QUADRO 3 - RESULTADOS DE UM ATIVO ARROW-DEBREU.....	61
QUADRO 4 - ESTRATÉGIAS COM RESULTADOS EQUIVALENTES .....	65
QUADRO 5 - ESTRATÉGIA DE ARBITRAGEM NO MERCADO A TERMO .....	66
QUADRO 6 - ESTRATÉGIA DE ARBITRAGEM NO MERCADO FUTURO.....	70
QUADRO 7 - SIGNIFICADOS DO NORMAL BACKWARDATION.....	77
QUADRO 8 - POSIÇÃO LÍQUIDA DOS HEDGERS VS. PREÇO FUTURO .....	85
QUADRO 9 - CLASSIFICAÇÃO DA NATUREZA DO PRÊMIO .....	105
QUADRO 10 - HIPÓTESE CONJUNTA DOS TESTES BASEADOS NO PRÊMIO <i>EX-POST</i> .....	108
QUADRO 11 - TIPOS DE MERCADOS PRESENTES NA BM&F.....	119
QUADRO 12 - CLASSIFICAÇÃO DOS CONTRATOS DE ACORDO COM O VIÉS - TESTE T BICAUDAL .....	136
QUADRO 13 - DESCRIÇÃO DAS HIPÓTESES DE PESQUISA .....	140
QUADRO 14 - HIPÓTESES REJEITADAS E NÃO-REJEITADAS.....	142
QUADRO 15 - HIPÓTESES REJEITAS E NÃO-REJEITADAS NO MODELO AUTOREGRESSIVO .....	144

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - AS 10 MAIORES BOLSAS DE FUTUROS E OPÇÕES DO MUNDO (JAN-DEZ/1997) .....	19
TABELA 2 - DIVISÕES OCORRIDAS NO ÍNDICE BOVESPA .....	38
TABELA 3 - CARTEIRA DE AÇÕES HIPOTÉTICA .....	47
TABELA 4 - COMPARAÇÃO DAS RENTABILIDADE DOS FUNDOS COM E SEM HEDGE .....	50
TABELA 5 - COEFICIENTES DE CORRELAÇÃO DO ÍNDICE BOVESPA E SEU CONTRATO FUTURO .....	52
TABELA 6 - RENTABILIDADE COMPARADA DO IBOVESPA E DO FUNDO INDEXADO .....	53
TABELA 7 - ODDS PARA A FINAL DA COPA .....	62
TABELA 8 - APOSTAS E EVENTOS.....	63
TABELA 9 - RESULTADOS PARA A APOSTA NO VENCEDOR DA COPA .....	64
TABELA 10 - SÉRIES DE FUTUROS DE ÍNDICE BOVESPA UTILIZADAS.....	133
TABELA 11 - RESULTADO DO TESTE-T BICAUDAL PARA EXISTÊNCIA DE VIÉS .....	135
TABELA 12 - ESTATÍSTICA DESCRITIVA DAS VARIÁVEIS .....	139
TABELA 13 - RESULTADO DA REGRESSÃO MULTIVARIADA .....	141
TABELA 14 – RESULTADO DA REGRESSÃO (NOVO MODELO).....	144

# 1.

## O PROBLEMA SOB PESQUISA

### 1.1. Apresentação

Nas últimas duas décadas, o mercado financeiro foi beneficiado por uma série de instrumentos e mecanismos que resultaram em transformações profundas na maneira como os agentes econômicos tomam decisões e realizam negócios. Diversos foram os fatores responsáveis pelas inovações produzidas no campo da engenharia financeira, tais como o aumento da volatilidade das taxas de juros e de câmbio, a necessidade de redução do risco, custos de transação e de agência, a regulamentação e os impostos.

Com estas inovações surgidas no mundo das finanças, procurou-se lidar melhor com os riscos e incertezas produzidos por eventos desfavoráveis que podem comprometer os resultados futuros dos indivíduos e das empresas. Estes novos mecanismos trouxeram a possibilidade de realocar os riscos entre os participantes do mercado de modo a satisfazer o nível de risco desejado por cada um. É neste contexto, que se torna mais clara a diferença entre as partes que atuam neste mercado. De um lado, existem os *hedgers*<sup>1</sup>, que procuram a proteção contra um movimento adverso dos preços dos ativos e do outro, existem os *especuladores*<sup>2</sup>, que correm riscos em busca de um retorno ou lucro.

Dentro do conjunto de inovações financeiras, uma parte importante delas e que recebeu atenção por parte dos agentes econômicos, investidores e acadêmicos são os contratos futuros, as opções, os *swaps* e os contratos a termo. Estas operações receberam a denominação de instrumentos derivativos proveniente do termo inglês *derivatives*. Uma definição para derivativos pode ser encontrada em Arditti (1996): “o termo derivativo é

---

<sup>1</sup> O termo em inglês *hedger* denomina a pessoa que faz uma proteção contra um certo risco.

<sup>2</sup> A palavra especulador possui um sentido específico em Finanças. Diferentemente do sentido pejorativo usado pelas pessoas e encontrado nos dicionários, especulador é qualquer pessoa que corre determinados riscos para obter lucros.

geralmente aceito como sendo um instrumento financeiro, cujo resultado é determinado pelo valor de um ativo, título, *commodity*, taxa de juros ou índice subjacente” (p.xiii).

O crescimento dos negócios envolvendo derivativos durante os anos 90 foi significativo. Entre estes instrumentos, um dos que mais tem chamado a atenção de especialistas no Brasil e no mundo são os **contratos futuros**. Miller (1986, p.462) considera os mercados futuros a inovação financeira mais significativa dos últimos vinte anos. Embora os mercados futuros existam há mais de um século, Miller ressalta que uma inovação é significativa quando for capaz de produzir efeitos permanentes, e não transitórios, e quando continua crescendo mesmo depois que o seu impulso inicial tenha desaparecido.

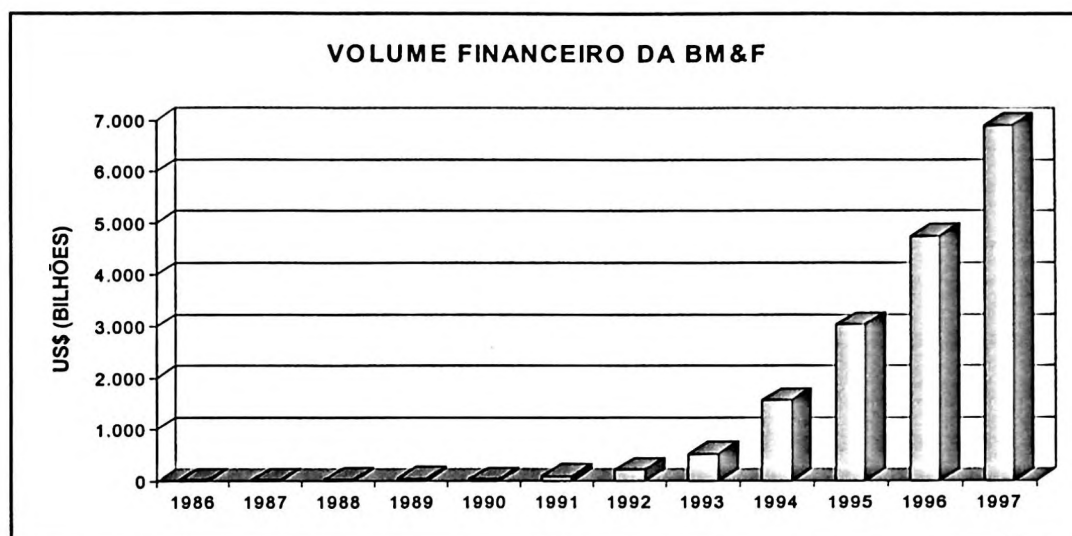
No Brasil, os mercados futuros tiveram seu início em 1917 através da criação da Bolsa de Mercadorias de S.Paulo. Nesta época, os empresários ligados à exportação tinham como idéia estimular os negócios a termo envolvendo mercadorias, especialmente o café, boi-gordo e algodão. No início dos anos 80, surgiu o primeiro contrato futuro que podemos considerar como ativo financeiro, tendo como ativo-objeto o ouro. Porém foi a partir de 1986, com a criação da Bolsa Mercantil & de Futuros que os mercados futuros ganharam impulso no Brasil, tornando a BM&F uma das bolsas de futuros a negociar o maior volume de contratos. Em maio de 1991, a Bolsa Mercantil & de Futuros e a Bolsa de Mercadorias de São Paulo se fundiram dando origem à Bolsa de Mercadorias & Futuros, que incorporou a negociação de ativos financeiros e *commodities* agropecuárias.

Para ilustrar a importância dos contratos futuros, a BM&F desde seu surgimento tem apresentado crescimento exponencial dos valores transacionados em seus mercados. Em 97, o valor de referência<sup>3</sup> de todas as transações feitas nesta bolsa atingiu quase US\$ 7 trilhões, destacando-a como uma das maiores bolsas de futuros do mundo. A Figura 1 mostra o seu desempenho a partir do volume financeiro anual dos negócios realizados:

---

<sup>3</sup> O termo valor de referência é uma forma de expressar o tamanho de um contrato futuro em unidades monetárias. Embora o volume negociado seja US\$ 7 trilhões, a quantidade efetiva de dinheiro que trocou de mãos em decorrências dos lucros e perdas nos mercados futuros é apenas uma fração deste valor.

**Figura 1 - Volume anual transacionado na BM&F**



Fonte: Gerência Técnica da BM&F

Os mercados futuros do ponto de vista econômico e social possuem duas funções de grande importância (Edwards & Ma, 1992, p.13):

- a) transferência de riscos (*hedging*);
- b) sinalização dos preços futuros (*price discovery*).

A função de *hedging* ou proteção financeira é um dos papéis básicos de qualquer mercado futuro. É por meio deste processo que os investidores conseguem realizar a transferência de riscos e reduzir ou eliminar a possibilidade de perda. O processo de proteção contra o risco esteve presente nos mercados futuros desde seus primórdios quando produtores e comerciantes realizavam operações de venda/compra de mercadorias a termo<sup>4</sup>. Desta maneira, produtores se protegiam de uma queda nos preços dos bens e os comerciantes estavam resguardados contra uma alta dos preços. Neste contexto, os mercados futuros possuem um papel social desejável, pois efetivamente conseguem atender as necessidades dos *hedgers* e especuladores simultaneamente. Edwards et al.

---

<sup>4</sup> Os contratos a termo ficaram conhecidos como “to arrive”, pois se referiam a mercadorias que ainda estavam por vir (to arrive).

(1993, p.13) ainda salientam que se não fosse pelos mercados futuros, o custo de proteção seria maior.

Quanto à função de sinalização dos preços, diz-se que as cotações dos futuros com vencimento em uma certa data seriam boas estimativas para os preços à vista do ativo-objeto para esta ocasião. Em tese, os mercados futuros seriam considerados centros de transação em que as informações sobre as condições de oferta e demanda das mercadorias são assimiladas de forma eficiente. E, por conseqüência, gerariam preços de equilíbrio com maior eficiência e precisão. A análise empírica da função de sinalização de preços deu origem a três linhas de estudos:

- **eficiência dos mercados futuros;**
- **prêmio pelo risco nos contratos futuros.**
- **poder de previsão nos mercados futuros;**

Nos testes de eficiência dos mercados futuros, costuma-se testar a hipótese nula de que as séries de preços dos contratos passados não revelariam padrões para o comportamento dos preços futuros. Desta forma, seus participantes não conseguiriam obter lucros sem correr risco. Nos testes empíricos em que foi rejeitada a hipótese de eficiência de mercado, não se pode concluir que o mercado não seja eficiente. Conforme explicam Antoniou e Homes (1996, p.116), as investigações sobre eficiência de mercado testam a hipótese conjunta de eficiência de mercado e da validade do modelo de preços utilizado. E de acordo com Clini (1995, p.106), a rejeição da hipótese de eficiência pode ser resultado de um “prêmio pelo risco positivo exigido pelos agentes econômicos para compensar a imprevisibilidade do mercado” que não foi considerado na avaliação dos preços.

A segunda vertente de estudos procurou examinar a existência de um prêmio pelo risco nos contratos futuros. A idéia parte de uma teoria formulada por Keynes nos anos 30, que defendia a existência de um viés nos preços dos contratos futuros. Segundo o autor, os preços futuros conteriam um fator adicional denominado prêmio pelo risco. Este prêmio seria uma recompensa exigida pelos especuladores por correrem risco de mercado ao proverem a proteção demandada pelos *hedgers*. Embora a obra de Keynes não tenha



revelado nenhum exame empírico sobre tal teoria, surgiram diversos testes feitos nos mercados futuros para investigar a existência do prêmio pelo risco entre os quais: Bessembider (1993), Cooper (1993), Chatrath, Liang e Song (1997), Deaves e Krinsky (1995), Dusak (1973), Gray (1961), Kolb (1992), Liu e He (1992) e Telser (1958).

Outra linha de estudos sobre os mercados futuros diz respeito ao poder de previsão de seus participantes. Esta vertente decorre dos questionamentos realizados sobre os resultados de testes empíricos do prêmio pelo risco que empregaram o conceito de prêmio *ex-post*. Se os especuladores exigem um prêmio dos hedgers, supõe-se que na maioria das vezes eles tenham retornos superiores nos mercados futuros. Mas de acordo com Chatrath et al. (1997, p.709), a evidência de lucro para os especuladores não permite concluir que eles imponham um prêmio *ex-ante* aos hedgers se os especuladores tiverem melhor poder de previsão. Como exemplos de trabalhos que procuraram verificar o poder de previsão dos *traders* nos mercados futuros estão aqueles realizados por Chang (1985), Fama e French (1987), Houthakker (1957), Krehbiel e Collier (1996) e Yoo e Maddala (1991).

Devido à importância cada vez maior dos mercados futuros no Brasil e no mundo, seria importante identificar empiricamente se o fenômeno do prêmio pelo risco nos contratos futuros se aplica à realidade brasileira. Por este motivo, esta dissertação tem como objetivo realizar uma investigação empírica da existência do prêmio pelo risco nos negócios realizados na Bolsa de Mercadorias & Futuros. Em outras palavras, pretende-se detectar a existência de um viés nas cotações dos contratos futuros que possa ser caracterizado como um prêmio pelo risco, adotando-se como amostra os contratos futuros do Índice Bovespa no período compreendido entre 1994 a 1998.

Para cumprir seus objetivos, esta dissertação se encontra dividida em sete partes principais. Na primeira parte, **problema de pesquisa**, é apresentado e justificado o que se pretende estudar e o objetivo da realização desta pesquisa. A segunda parte apresenta uma revisão dos aspectos principais dos **mercados futuros**. Na terceira e quarta partes foram feitas a revisão bibliográfica sobre dois aspectos centrais da dissertação: **a formação de preços nos contratos futuros e o prêmio pelo risco nos contratos futuros**. A quinta parte, **metodologia de pesquisa**, trata do método escolhido para a realização da pesquisa

e dos instrumentos a serem utilizados para o tratamento dos dados. A sexta parte contém os **resultados da pesquisa**, e a sétima parte encerra com as considerações finais do estudo.

## 1.2. Formulação do problema

Um contrato futuro é um acordo entre duas partes para a compra e venda de um determinado ativo por um preço previamente combinado para entrega futura. Nas bolsas de futuros, são comercializados contratos referenciados em moedas, taxas de juros, metais, *commodities*, índices de ações e outros ativos. Se o preço de uma mercadoria para entrega na data T estiver sendo cotado hoje (t) por um preço  $F_{t,T}$ <sup>5</sup>, seria este preço uma boa estimativa do preço à vista no futuro?

Keynes (1934) e Hicks (1939, apud Hull) na década de 30 argumentaram que se os *hedgers* tendem a manter posições vendidas e os especuladores posições compradas em contratos futuros, o preço do contrato futuro estará abaixo da expectativa do preço à vista. Portanto, o contrato futuro seria um estimador viesado para o preço à vista na data de vencimento. Este fato decorre dos especuladores exigirem uma recompensa ou prêmio pelo risco que estarão correndo, forçando os preços do contrato futuro para baixo. Este fenômeno foi denominado de *normal backwardation* na literatura econômica. Eles negociarão tais contratos somente se houver uma expectativa de que os preços do contrato futuro subirão com o tempo. Os *hedgers*, por outro lado, como terão um risco reduzido, estarão dispostos a negociar tais contratos mesmo que a expectativa do resultado seja ligeiramente negativa.

De modo inverso, se os *hedgers* tendem a manter posições compradas enquanto os especuladores estiverem vendidos nos mercados futuros, Keynes argumentou que o preço do contrato futuro deve estar acima da expectativa do preço à vista. Este efeito inverso foi denominado de *contango*. Para compensar os especuladores pelo risco que estão assumindo, deve haver uma esperança de que os preços dos futuros cairão com o tempo.

---

<sup>5</sup> Esta notação será utilizada ao longo do texto. O símbolo expressa o preço do contrato futuro (F) de um ativo negociado na data (t) para entrega futura em (T).

A partir dos trabalhos de Keynes e Hicks, diversos acadêmicos realizaram testes empíricos utilizando metodologias diferentes para comprovar ou rejeitar a hipótese da existência do prêmio pelo risco conforme descrito pelo Quadro 1:

**Quadro 1 - Exemplos de testes sobre prêmio pelo risco em contratos futuros**

Autor	Conceito de prêmio	Ativo-objeto	Teste realizado	Resultado
Telser (1958)	Ex-post	Commodities (algodão e milho)	Teste não paramétrico sobre os retornos positivos dos contratos futuros	Sem evidências de prêmio.
Gray (1961)	Ex-post	Commodities (milho, trigo, café e fibras)	Teste da média dos retornos de uma posição comprada.	Não encontrou evidências de prêmio.
Dusak (1973)	Risco sistemático	Commodities agrícolas	Teste de retorno dos contratos futuros em relação ao retorno de mercado.	Não encontrou evidências de prêmio pelo risco
Liu e He (1992)	Ex-post	Moedas	Teste de razão da variância dos incrementos dos contratos futuros.	Encontrou evidências que sugerem um prêmio pelo risco variante no tempo.
Kolb (1992)	Ex-post	Metais, moedas, commodities e taxas de juros.	Teste t para a média dos retornos e regressão dos retornos dos contratos futuros.	Encontrou prêmio para 7 dos 29 contratos analisados.
Bessembider (1993)	Risco sistemático	Carteiras de contratos de metais, moedas, commodities, taxas de juros e índices de ações.	Teste de regressão <i>cross-section</i> multivariada para os retornos das carteiras.	Encontrou prêmio para 3 dos 22 contratos analisados.
Cooper (1993)	Risco sistemático	Moedas e commodities agrícolas	Teste de regressão multivariada dos retornos dos contratos.	Encontrou prêmio para a maioria dos ativos analisados.
Deaves e Krinsky (1995)	Ex-post	Commodities	Teste t para a média dos retornos e regressão dos retornos com componentes autorregressivos.	Encontrou vieses que podem ser considerados prêmios ou erros de previsão persistentes.
Chatrath, Liang e Song (1997)	Ex-ante	Commodities	Teste de regressão multivariada do <i>basis</i> do contrato futuro.	Não encontrou evidências de prêmios pagos pelos hedgers.

Conforme pode ser observado no Quadro 1, a maior parte dos exemplos são testes realizados nos mercados norte-americanos, envolvendo contratos futuros de *commodities* agrícolas, moedas e taxas de juros. Isto comprova a observação feita por Sutcliffe (1993, p.163) que afirma que poucos estudos sobre prêmio pelo risco foram realizados para o caso dos futuros de índices de ações.

Devido à pequena quantidade de estudos sobre prêmio pelo risco com índices de ações, especialmente no Brasil, surgiu a idéia de realizar um teste para verificar a existência de prêmio pelo risco nos contratos futuros do índice Bovespa, que são negociados na Bolsa de Mercadorias & Futuros. Tais contratos representam instrumentos muito importantes na proteção financeira de carteiras de ações de fundos e de investidores institucionais.

É importante ressaltar que a análise empírica do prêmio nos contratos futuros de índices de ações merece algumas considerações. Inicialmente, a formação de preços dos contratos futuros referenciado neste tipo de ativo-objeto não é uma boa estimativa para o preço à vista. Conforme afirmam Alexander, Sharpe e Bailey (1993, p.784), os futuros de índice de ações obedecem à formação de preços por arbitragem que espelha a relação de custo de carregamento do ativo<sup>6</sup>. Desta maneira, a abordagem tradicional de análise do prêmio *ex-post* que compara os preços futuros com o preço à vista na data de vencimento pode levar a conclusões erradas se os preços do ativo possuem tendências.

Por este motivo, este trabalho foi concebido com o objetivo de utilizar uma metodologia mais robusta que considera as particularidades da formação de preços dos índices de ações. Neste sentido, a metodologia adotada por Chatrath et al. (1997) parece ser a mais adequada ao comparar as cotações do contrato futuro com os preços teóricos e relacionando-os às posições assumidas por *hedgers* e especuladores nos mercados futuros.

Observe que se realmente existir um prêmio nas cotações do índice Bovespa, tais cotações podem diferir substancialmente do preço teórico dado pela condição de arbitragem. Talvez este possa ser um dos motivos que façam com que os preços futuros sejam negociados com desconto e, ocasionalmente, sejam inferiores aos preços à vista.

A partir desta questão do prêmio pelo risco, este trabalho se propõe a discutir o seguinte problema de pesquisa: **Os preços dos contratos futuros de Índice Bovespa**

---

<sup>6</sup> Não é por acaso que as cotações do contrato futuro e o índice de ações apresentam correlações significativamente altas.

**negociados na BM&F conteriam um viés em relação ao preço teórico que possa ser caracterizado como um prêmio pelo risco?**

### **1.3. Justificativa do tema escolhido**

De acordo com Castro (1978, p.55) uma tese deve ser original, importante e viável e existe uma dificuldade em satisfazer estes três requisitos ao mesmo tempo. Um tema é importante “*quando polariza ou afeta um segmento substancial da sociedade*”. O fato de não haver sido feito não confere necessariamente originalidade. “*Um tema original é aquele que tem o potencial de nos surpreender*”. E a viabilidade pode ser respondida pela pergunta “*dá para fazer a pesquisa?*”.

A existência de um viés nos preços dos contratos futuros e a identificação deste viés com uma forma de prêmio pelo risco são de interesse de diversos grupos, tais como: investidores institucionais, administradores de fundos de investimento, indivíduos que negociam o contrato futuro do índice, gestores de fundos passivos e alavancados, entidades reguladoras e controladoras dos mercados acionários, além dos mais diferentes grupos sociais que usam as informações extraídas das bolsas de mercadorias e futuros.

Quanto à originalidade do estudo, de acordo com a pesquisa realizada na FEA/USP, FGV/EAESP, PUC-RJ, Coppead/UFRJ e PUC-SP, não foram encontradas teses ou dissertações sobre o tema. O único trabalho relacionado ao assunto foi o artigo de Santos (1998) que fez uma análise do *normal backwardation* em alguns contratos futuros, entre os quais o Índice Bovespa, utilizando a mesma metodologia de Kolb, não encontrando resultados que comprovem a existência deste fenômeno para o mercado brasileiro. Contudo, a metodologia de Kolb, como todo teste empírico de prêmio *ex-post*, tem como fragilidade confundir prêmio com lucratividade. Além disso, desconsidera a posição real de hedgers e especuladores nos mercados futuros.

Dentro do conjunto de trabalhos em administração e economia realizados nas universidades mencionadas, esta poderá ser a primeira dissertação que tem por tema uma análise do prêmio nos contratos futuros. Além disso, a importância cada vez maior dos contratos futuros de índices de ações para os grupos ligados à administração de carteiras e

o pequeno número de trabalhos sobre o tema servem como estímulo para a condução da pesquisa.

A viabilidade do trabalho foi facilitada pelo fornecimento dos dados pela Gerência Técnica e de Informática da BM&F e pela utilização das informações já existentes na base de dados financeiros latino-americanos Economatica, disponível no Laboratório de Finanças, da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo (FEA/USP). A existência de programas estatísticos na Universidade de São Paulo como o pacote estatístico SPSS e o *software* de econometria E-views também foram fundamentais para a execução dos testes necessários.

#### 1.4. Objetivos

O objetivo principal da pesquisa consiste na identificação de um diferencial entre o preço do contrato futuro do Índice Bovespa e seu **preço teórico**, para diversas séries de contratos negociados na Bolsa de Mercadorias & Futuros no período compreendido entre 1994 e 1998. Para cumprir tal objetivo, será realizada uma análise *cross-section* da diferença entre as duas variáveis para saber quantas e quais séries de contratos futuros podem apresentar vieses na formação de preços.

O objetivo secundário é analisar a relação de algumas variáveis em um modelo de regressão que possam ter maior poder explicativo para a existência das possíveis diferenças nos preços dos contratos futuros. Nesta etapa, será feita uma regressão multivariada das diferenças nos contratos futuros com algumas variáveis específicas na linha dos seguintes trabalhos:

- a) **posição dos hedgers:** utilizada por Chatrath et al. (1997) para identificar sua relação com o viés existente no contrato futuro. Testes empíricos de prêmio pelo risco mais consistentes utilizam esta variável como componente dos modelos de regressão. Conforme a teoria formulada por Keynes, este seria o fator causal do prêmio pelo risco. Em outras palavras, se não houver uma associação entre a existência do viés e a posição líquida dos hedgers nos mercados futuros pode-se rejeitar a hipótese de existência do prêmio pelo risco;

- b) **prazo a decorrer:** de acordo com estudos de Bhatt et al. (1990) e Chatrath et al. (1997), o prazo entre a negociação do contrato futuro e seu vencimento poderia ser uma das variáveis explicativas para o viés dos preços. Em seu estudo, Chatrath mostra que o prazo a decorrer tem significância estatística para a maioria dos contratos analisados.
- c) **variação das taxas de juros:** segundo Chatrath et al. (1997), a variação das taxas de juros poderia ter alguma relação com o viés dos preços.

### 1.5. Hipóteses

O capítulo que trata da Metodologia de Pesquisa apresenta com mais detalhes as hipóteses de pesquisa bem como os instrumentos estatísticos utilizados para o teste. Apesar disso, é necessário que as hipóteses sejam conhecidas para facilitar o acompanhamento do desenvolvimento da pesquisa.

As hipóteses iniciais desta pesquisa poderiam ser formuladas da seguinte maneira:

Hipótese 1: não existe um diferencial entre o preço teórico e o preço de mercado no contrato futuro de Índice Bovespa na análise *cross-section* das cotações diárias das séries de contratos futuros compreendidas entre 1994-1998.

$H_{0,1}$ : não existe viés nas séries de contrato futuro de Índice Bovespa;

$H_{1,1}$ : existe viés nas séries de contrato futuro de Índice Bovespa.

Hipótese 2: o coeficiente da variável número de contratos em aberto dos hedgers não tem poder explicativo para o viés das cotações segundo um modelo de regressão multivariada durante o período de 1995-1998.

$H_{0,2}$ : posição líquida em aberto dos hedgers é insignificante para a predição do viés;

$H_{1,2}$ : posição líquida em aberto dos hedgers é uma variável explicativa para a predição do viés.

Hipótese 3: o viés não está relacionado com o prazo a decorrer entre a data da cotação e o vencimento do contrato futuro.

$H_{0,3}$ : prazo em dias úteis é insignificante para a predição do viés.

$H_{1,3}$ : prazo em dias úteis é uma variável explicativa para a predição do viés.

Hipótese 4: o viés não está relacionado com a variação das taxas de juros relativas ao período compreendido entre a cotação e o vencimento do contrato futuro.

$H_{0,4}$ : a variação das taxas de juros é insignificante para a predição do viés.

$H_{1,4}$ : a variação das taxas de juros é uma variável explicativa para a predição do viés.

## **1.6. Limitações da pesquisa**

### **1.6.1. Contrato futuro utilizado**

Conforme pondera Sutcliffe (1993, p.143), os contratos futuros de índice de ações possuem características próprias que os diferem dos demais contratos futuros. A importância adquirida pelos mercados futuros de índices de ações como alternativa de hedge para os investidores do mercado acionário é uma razão para que se faça um estudo deste contrato isoladamente. Assim como não se pode tirar conclusões sobre a evidência de prêmio pelo risco pelos estudos realizados sobre os contratos futuros de commodities, os resultados dos testes em contratos de índices de ações se limitam a considerações sobre tal ativo-objeto.

### **1.6.2. Horizonte de análise**

A escolha do período de análise dos dados levou em consideração três aspectos fundamentais: existência de dados, continuidade dos negócios e a mudança de regime monetário após a divulgação do Plano Real. Evidentemente, não é possível realizar trabalhos sobre contratos de índice futuro no Brasil em um período anterior a 1986, pois nesta época a Bolsa de Mercadorias & Futuros não havia sido inaugurada. Da mesma



forma aqueles que quisessem fazer estudos com o futuro do índice Bovespa desde seu início teriam duas dificuldades:

- ruptura da série temporal: durante o período de agosto de 89 a julho de 90, o contrato futuro de índice Bovespa foi suspenso em decorrência do problema envolvendo o investidor Naji Nahas;
- instabilidade monetária: durante o período de altas taxas de inflação (1987 a julho de 1994), é difícil encontrar estimativas adequadas para taxas de juros para prazos superiores a um mês. Por consequência, haveria dificuldade de construir os preços teóricos do índice Bovespa para intervalos maiores que 30 dias.

Dados os dois aspectos mencionados, para testar a hipótese nº 1 foi escolhido o período após o início do plano Real, isto é, julho de 1994 a outubro de 1998. O teste das demais hipóteses exige dados sobre a posição em aberto dos participantes do mercado de índice futuro na BM&F. Tal informação somente começou a ser apurada pela respectiva bolsa a partir de julho de 1995. Portanto, as demais hipóteses foram estudadas com dados diários coletados no período de julho de 1995 a outubro de 1998.

## 2.

### OS MERCADOS FUTUROS

#### 2.1. Origem e desenvolvimento

O termo Mercados Futuros agrega dois tipos de mercados em que é possível transacionar ativos para entrega futura. São eles o **mercado de operações a termo** (*forward*) e o **mercado de operações a futuro** (*future*). Tais mercados existem há séculos, embora suas origens sejam controversas. O fato é que o mercado futuro propriamente dito, da maneira como é atualmente organizado, é um fenômeno mais recente que sua forma embrionária: o mercado a termo. Conforme Burns (1983), “a demanda por contratos negociados hoje para transações que serão consumadas no futuro [...] tendem a gerar inicialmente contratos a termo e depois, se as condições permitirem, contratos futuros” (p.52).

Aqui cabe fazer algumas distinções básicas entre o mercado a termo e o mercado futuro. Uma negociação a **termo** envolve o compromisso de compra e venda de um determinado bem para liquidação e entrega numa data futura em que valem as seguintes condições:

- a) comprador e vendedor se conhecem;
- b) as cláusulas do contrato (ativo, quantidade, qualidade, vencimento, garantias e outras) se ajustam às necessidades das partes;
- c) não é preciso ocorrer em um recinto organizado como numa bolsa;
- d) em regra, ocorre a liquidação física do bem.

Os contratos negociados no **mercado futuro**, por outro lado, possuem características distintas que, segundo Kolb (1991, p.4), podem ser descritas por:

- a) os negócios são realizados em bolsas;
- b) os contratos futuros são padronizados;
- c) as bolsas de futuro possuem câmaras de compensação para garantir o cumprimento das obrigações contratuais;
- d) os contratos futuros exigem depósito de margem e ajustes diários;

- e) As posições nos mercados futuros podem ser encerradas facilmente;
- f) Os mercados futuros são regulamentados por agentes identificados.

Os Mercados Futuros se desenvolveram como uma resposta às necessidades econômicas dos participantes do mercado à vista de reduzirem seus riscos. Sabe-se que a origem deles está ligada à comercialização de produtos agrícolas, cujos preços estão sujeitos a flutuações decorrentes de inúmeros fatores como clima, intempéries, safras e demandas. O fato é que para um produtor que pretenda comercializar sua safra, a menos que este já tenha combinado o preço de venda com seu cliente ou recorrido aos Mercados Futuros, não é possível saber de antemão o preço que será negociado sua produção. A incerteza produzida pela variação dos preços gera a necessidade de proteção (*hedge*). Seguindo o raciocínio de Burns (1983), “uma posição no mercado à vista somada à incerteza sobre seus preços é o alicerce para a demanda por contratos que envolvam transações futuras” (p.53).

A origem dos Mercados Futuros é uma questão mais histórica do que propriamente econômica, quando a preocupação dos autores é definir um momento e um local preciso para o surgimento destas operações. A leitura de algumas obras como Kolb (1991), Teixeira (1992) e Teweles et al. (1987) relatam que existem evidências de negócios envolvendo contratos a termo desde à Antiga Grécia e Roma. Entretanto, Sowards (1965, apud Teweles) afirma que foi durante o séc. XII nos condados de Champagne que surgiram os primeiros contratos a termo. Posteriormente, os negócios se expandiram para Amsterdã, Antuérpia, Bruges, Londres e outras cidades européias.

A maneira como tais mercados floresceram na Europa parece ter um ponto em comum. Durante a Idade Média, o excedente gerado na agricultura era levado para os centros urbanos para efetuar venda ou troca de bens nas chamadas *feiras* de mercado (Teweles et al., 1987, p.6). O sucesso destas feiras fez com que passassem a ser organizadas anualmente pelos burgueses em locais próprios para o comércio de bens. Inicialmente, a maioria das transações eram feitas à vista e, depois, foram surgindo negócios a termo por meio de um documento denominado *lettre de faire*, que determinavam a entrega de um bem para entrega futura (Labys et al., apud Teweles p.7). As dificuldades impostas pelas viagens faziam com que os comerciantes preferissem

levar amostras de suas mercadorias e estocar o restante em um armazém de algum comerciante famoso e com reputação. O armazém emitia um recibo (*lettre de faire*) que poderia ser vendido a terceiros que, por sua vez, poderiam revendê-lo ou tomar posse dos bens.

Quando se procura definir o surgimento dos primeiros contratos futuros, a questão também é controversa. Teweles afirma que o primeiro registro de negócio em mercado futuro organizado ocorreu no Japão durante o séc. XVII envolvendo contratos de arroz no mercado de Dojima, idéia presente em Teixeira. Em oposição, Kolb e Venkataramann (1965) afirmam que o aparecimento de um mercado futuro organizado coincidiu com a inauguração da Chicago Board of Trade, a bolsa de mercadorias de Chicago no ano de 1848. Contudo esta bolsa somente começou a oferecer contratos futuros a partir de 1865, pois os primeiros contratos negociados eram a termo.

## 2.2. Mercados Futuros no Brasil

A história dos Mercados Futuros no Brasil teve início com a criação da **Bolsa de Mercadoria de São Paulo (BMSP)** em outubro de 1917, tendo seu primeiro negócio realizado no ano seguinte. O início da BMSP foi marcado pelos negócios envolvendo algodão, açúcar, arroz e café. Mas a mercadoria que mais atraía negócios era o algodão devido à expansão da indústria têxtil nos anos 20 e à exportação desta matéria-prima (Ferreira & Horita, 1996 p.118). O surgimento da BMSP tinha como propósito estimular os negócios envolvendo mercadorias agrícolas.

Os contratos realizados na BMSP eram característicos de um mercado a termo. As liquidações destes contratos eram feitas por um sistema denominado Caixa de Liquidação, instituído em 1918, mas que foi à falência anos depois. Sob o regime da Caixa de Liquidação, os participantes depositavam margens como garantia da efetiva liquidação das operações. Não havia ajustes diários, mas somente as chamadas de margem que, muitas vezes, eram estabelecidas de forma arbitrária (Ferreira et al., 1996, p.115).

Em 1952, a Caixa de Liquidação foi substituída pelo Sistema Paulista de Compensação de Negócios a termo. Somente a partir da adoção deste sistema é que os

investidores passaram a pagar e receber os ajustes diários, característicos de uma transação futura. Apesar das regras adotadas pela nova câmara de compensação tornar os contratos semelhantes ao de um mercado futuro, a BMSP continuou utilizando a expressão **mercado a termo**.

Os negócios com contratos a termo de algodão impulsionaram a BMSP durante as décadas de 30 e 40. Entretanto, o surgimento do Imposto de Vendas e Consignação (IVC), que incidia em cascata sobre cada transação da mercadoria, desestimulou a comercialização do algodão. Para diminuir o impacto, as indústrias passaram a comprar diretamente dos produtores e a BMSP perdeu sua função de centro de negociação e formação de preços (Ferreira et al., 1996, p.119).

Em 1977, a BMSP lançou um mercado futuro de mercadorias denominado **Sistema**, que seguia os padrões das bolsas americanas. O Sistema era uma empresa pertencente aos corretores de valores, que negociavam ações e títulos mobiliários, que se responsabilizaria pela liquidação e garantia do cumprimento dos contratos. Naquela época, havia uma rivalidade entre os corretores de valores e os corretores de mercadorias, que eram mais conservadores, pois estes não acreditavam no desenvolvimento de um mercado futuro no país (Ferreira et al., 1996, p.127). Em 1978, a BMSP lançou contratos futuros de café e soja, porém a liquidez da bolsa permanecia reduzida.

Embora a BMSP tivesse tempo e experiência nos negócios agrícolas, conforme estudo preparado pela Bovespa, não havia constituído um mercado de commodities eficiente devido a dois problemas básicos - o mecanismo de formação de preços e a liquidez - fatores fundamentais para o funcionamento de bolsas de mercadorias. Os insucessos da BMSP fizeram com que a Bovespa e as corretoras de valores em 1984 começassem os diálogos com seus representantes para tentar fundir as duas bolsas e tentar criar uma bolsa de mercadorias nos padrões das bolsas de futuros americanas (Ferreira et al., 1996, p.153). As tentativas fracassaram e a Bovespa, no ano seguinte, deu início ao processo de constituição da Bolsa Mercantil e de Futuros (BM&F). Em 1991, a BMSP com uma média de trinta negócios diários terminou por ser incorporada pela BM&F.

O marco fundamental da história dos mercados futuros no Brasil foi a inauguração da **Bolsa Mercantil e de Futuros** no ano de 1986 que, após a incorporação da BMSP,

mudou sua denominação para **Bolsa de Mercadorias & Futuros**. Embora, a Bolsa de Valores do Rio de Janeiro tenha incentivado a criação de um mercado futuro no Rio de Janeiro, a Bolsa Brasileira de Futuros (BBF), foi sua congênere paulista que conquistou maior liquidez e presença no mercado futuro de forma que em 97, a BM&F incorporou a BBF. Conforme ressalta Ary Oswaldo Mattos Filhos (1997, apud Jardim, Revista Exame), especialista em direito financeiro, “a bolsa só é um mecanismo eficaz se há oferta e demanda, porque elas é que formam os preços. Se não há nem um nem outro, os corretores de outros locais operarão no centro de maior liquidez”.

A BM&F foi constituída com os recursos e o apoio dos profissionais da Bovespa. O início dos negócios logo após sua inauguração, em 31 de janeiro de 1986, não foi dos melhores. O pequeno número de corretores presentes no mercado, a baixa demanda por contratos aliados à pouca familiaridade com os contratos futuros eram fatores que contribuíam para a baixa liquidez da bolsa (Ferreira et al., 1996, p.252). Aos poucos, o número de operações na BM&F foi crescendo e, após dezoito meses de funcionamento, já apresentava uma participação de 71,5% em toda a indústria de futuros do Brasil.

Os primeiros contratos a serem negociados na BM&F foram referenciados em ouro e índice Bovespa. A partir de 1992 com o surgimento dos contratos futuros de taxa de juros de depósito interfinanceiro (DI), os contratos de ouro e do índice Bovespa deixaram de ser os mais procurados. Desta época em diante, os contratos de DI e dólar comercial passaram a ser os mais negociados na BM&F. O sucesso dos contratos referenciados em ativos financeiros não repercutiu sobre os contratos de mercadorias agrícolas. Conforme expõe Ferreira et al. (1986), “se existe alguma frustração em uma bolsa que chegou ao terceiro posto no ranking mundial [posição atingida em 1986] em apenas dez anos, é o fracasso dos futuros agrícolas” (p.223). Nem mesmo a criação dos Fundos Commodities em 92 foi suficiente para impulsionar o mercado de mercadorias agrícolas.

O rápido crescimento do número de contratos transacionados na BM&F colocou-a como uma das maiores bolsas de futuros do mundo. De acordo com dados da Futures Industry Association (FIA) publicado no início de 1998, a BM&F ocupava a quinta

posição na relação das maiores bolsas de futuros segundo o critério de número de contratos, conforme a Tabela 1:

**Tabela 1 - As 10 maiores bolsas de futuros e opções do mundo (Jan-Dez/1997)**

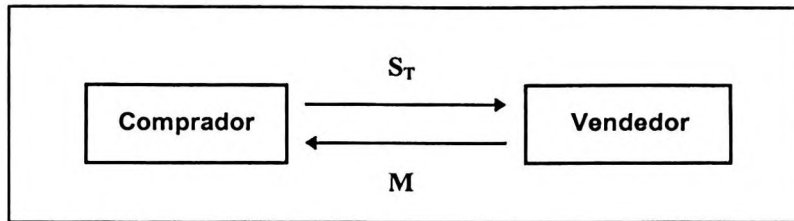
Bolsa	País	Número de contratos
Chicago Board of Trade	EUA	242.698.919
London Int. Financial Futures	Inglaterra	209.425.578
Chicago Mercantile Exchange	EUA	200.714.428
Chicago Board Options Exchange	EUA	187.243.742
BM&F	Brasil	122.179.393
Deutsche Terminboerse	Alemanha	112.164.106
American Stock Exchange	EUA	88.107.842
New York Mercantile Exchange	EUA	83.851.346
Marché à Terme International de France	França	68.608.704
London Metal Exchange	Inglaterra	57.372.500

Fonte: Tabela extraída do site da Futures Industry Association (<http://www.fiafii.org/fia/press/pressvol97.html>) em 18/nov/98.

### 2.3. Funcionamento dos Mercados Futuros

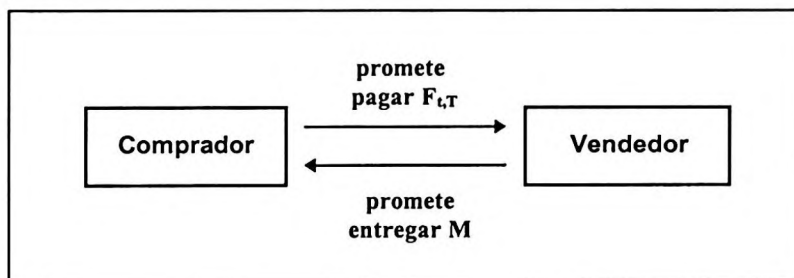
A lógica do funcionamento dos Mercados Futuros pode ser abstraída a partir do entendimento de uma operação à vista (*spot*). Imagine duas pessoas num instante  $T$ , que estejam negociando uma mercadoria específica  $M$  por um preço  $S_T$ . O comprador paga uma quantia correspondente a  $S_T$  e o vendedor entrega a mercadoria  $M$ , concretizando a operação:

**Figura 2 - Funcionamento do mercado à vista**



O diagrama expresso na Figura 2 é um típico exemplo de transação à vista. Supondo que as mesmas pessoas tenham combinado o negócio acima em uma data ( $t$ ) anterior ao vencimento ( $T$ ), detalhando o tipo de mercadoria ( $M$ ), a quantidade (uma unidade) e o preço ( $F_{t,T}$ ), a transação poder ser ilustrada pela Figura 3:

**Figura 3 - Funcionamento do mercado futuro**



Observe que as duas partes acabaram de celebrar um acordo de compra/venda de um bem ou ativo-objeto<sup>7</sup>, por um preço previamente combinado e para liquidação em data futura. Esta é a essência dos mercados futuros e do mercado a termo. Por hora, basta dizer que os contratos futuros são negociados em bolsas enquanto negócios a termo são do tipo balcão. Na prática, o mercado futuro possui algumas particularidades que serão detalhadas adiante.

Conforme ilustra a figura anterior, toda negociação em mercados futuros possui duas partes que efetuam a operação:

---

<sup>7</sup> A literatura financeira costuma denominar o ativo utilizado como referência nos contratos derivativos de ativo-objeto. O motivo decorre do fato do ativo que está sendo negociado não necessariamente ser um produto ou mercadoria tangível.



- a) **comprador:** tem a obrigação de pagar o preço combinado ( $F_{t,T}$ ) pelo ativo (M). Quando um investidor compra contratos futuros diz-se que assumiu uma posição *comprada* no mercado futuro. Conseqüentemente, correrá o risco de eventual queda no preço do ativo.
- b) **vendedor:** tem o dever de entregar a mercadoria (M) na data combinada (T). O investidor que efetuou a operação inversa assumiu uma posição *vendida*. Da mesma forma, correrá o risco de uma alta dos preços do ativo.

Também costuma-se classificar os participantes de acordo com o propósito de sua negociação nos mercados:

- a) **hedger:** é aquele que efetua uma transação com contratos futuros para reduzir os riscos de sua posição no mercado à vista. Se possui o ativo, vende contratos futuros. Se possui uma dívida indexada ao ativo, compra contratos futuros.
- b) **especulador:** é o participante que, conforme Kolb (1991), “entra no mercado futuro em busca de lucro e, ao fazê-lo, dispõe-se a correr riscos” (p.154). Cumpre um papel importante que é a de prover liquidez para os mercados futuros.
- c) **arbitrador:** é o investidor que atua em mais de um mercado simultaneamente, aproveitando as diferenças de preços para obter um lucro sem correr riscos (Hull, 1997, p.12).

#### 2.4. Características principais do mercado futuro

Quando se procura destacar as particularidades dos contratos futuros é importante ressaltar que eles foram desenvolvidos a partir das dificuldades encontradas na negociação dos contratos a termo. Entre os principais problemas que havia com os negócios a termo se destacam (Teixeira, 1992, p.13):

- a) **risco de crédito:** uma negociação nos mercados futuros envolve o compromisso de compra e venda simultânea de um bem. Nos contratos a termo, realizado entre particulares sem a intervenção e garantia de uma bolsa, existe o risco de crédito do comprador ser incapaz de liquidar a operação. Teweles et al. (1987) afirmam que nas antigas feiras medievais, os últimos dias eram reservados para a liquidação dos

negócios e para a solução de disputas entre comerciantes. As freqüentes desavenças entre os participantes estimulou a criação de leis e códigos (*law merchant*) que regulavam a conduta dos comerciantes e estabeleciam cláusulas para os negócios;

- b) **risco de *performance*<sup>8</sup>**: da mesma forma que o comprador pode faltar com a obrigação de pagar pela mercadoria, é possível que o vendedor também não honre o compromisso de entregar aquilo que foi combinado.
- c) **falta de padronização**: as mercadorias transacionadas a termo nem sempre atendiam às especificações do contrato. Quando o objeto do negócio era um produto agrícola, maior era o risco de surgir mercadorias com tamanho e qualidade distintos daquilo que tinha sido combinado. Além disso, existem produtos, como o café por exemplo, que possuem gradações e variedades que tornam cada espécie uma mercadoria muito diferente da outra;
- d) **ausência de disseminação dos preços**: como os contratos a termo são negociados entre duas partes, seus preços não são divulgados para outras pessoas interessadas. Portanto, não é possível saber se um determinado negócio foi realizado por um preço próximo à média do mercado;
- e) **dificuldade de encerrar a posição**: no mercado a termo, a partir da negócio realizado de compra e venda de uma mercadoria para entrega futura, é muito difícil comprador/vendedor revender o contrato para terceiros. A falta de padronização e os riscos de crédito e *performance* dificultam ainda mais a possibilidade de se desfazer do compromisso. Portanto, em regra, nos contratos a termo comprador e vendedor celebram entrega física do bem, incorrendo em custos adicionais de armazenagem, transporte, inspeção e impostos. Outro aspecto interessante é que esta forma de negociação diminui a participação do especulador, visto que seu único interesse é realizar um negócio oportuno, que contribui para a eficiência de preços no mercado.

---

<sup>8</sup> A palavra inglesa *performance* empregada neste contexto não possui o sinônimo de “desempenho”. Deve ser entendida como “execução” ou “realização”.

Para eliminar ou reduzir os entraves encontrados nos negócios a termo, os mercados futuros evoluíram a partir de algumas modificações que hoje representam as características principais de um mercado futuro moderno. As feiras deram lugar às bolsas, surgiram intermediários para agilizar as transações, os contratos foram padronizados, há mecanismos que oferecem garantias e reduzem os riscos. De uma maneira geral, as características principais do mercado futuro estão descritas nos itens a seguir.

#### 2.4.1. Organização em bolsas

Os contratos futuros são sempre negociados em bolsas. As bolsas de futuros são, em geral, entidades sem fins lucrativos constituídas com o propósito de facilitar a seus participantes a realização de negócios futuros. Assim como numa empresa, a bolsa possui sócios ou membros que possuem direito de voto e são responsáveis pela escolha dos membros do Conselho Administrativo, órgão que delibera sobre as questões principais.

Na BM&F (Site <http://www.bmf.com.br>, 1997), os membros são classificados da seguinte forma:

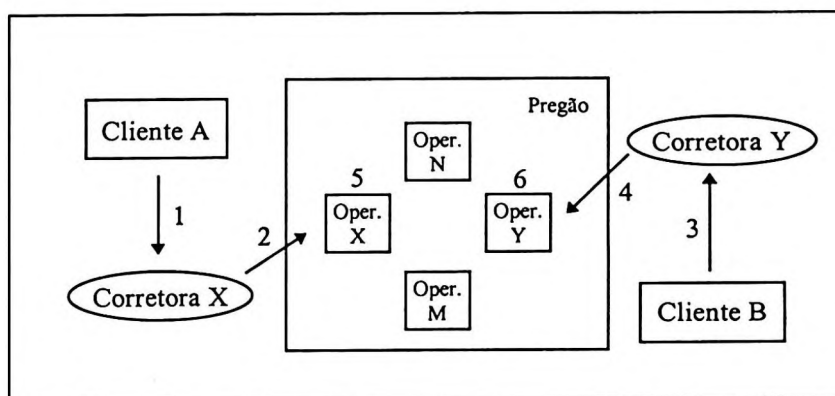
- a) **sócio honorário**: atribuído à Bolsa de Valores de São Paulo, na qualidade de instituidora da Bolsa Mercantil & de Futuros;
- b) **corretora de mercadorias**: garante à pessoa jurídica que o detém o direito de realizar operações em seu nome – carteira própria – e em nome de terceiros, seus clientes, em todos os mercados da BM&F;
- c) **membro de compensação**: os detentores desse título são os responsáveis, perante a BM&F, pela compensação e pela liquidação de todos os negócios realizados em pregão ou registrados no sistema eletrônico. O membro de compensação sempre é uma corretora de valores, mas nem toda corretora é um membro de compensação. Neste caso, a corretora deve contratar os serviços de um membro de compensação para poder negociar na BM&F;
- d) **operador especial**: pessoa física ou firma individual que opera diretamente, em seu nome, nos pregões da BM&F, mas que não está autorizada a realizar operações em nome

de terceiros. Pode, contudo, prestar serviços de execução de ordens às corretoras de mercadorias e às permissionárias correspondentes

Os negócios realizados nas bolsas, em geral, são feitos através de intermediários como as corretoras e operadores autorizados. As transações podem tomar duas formas: o sistema eletrônico e o sistema de pregão. No sistema eletrônico, as ofertas de compra e venda dos interessados são inseridas em um sistema computadorizado ligado em rede, que automaticamente efetua a compra e venda de contratos a partir das melhores ofertas disponíveis. Em algumas mercados, o sistema eletrônico fica disponível todos os dias ininterruptamente.

O sistema de pregão acontece no próprio espaço físico da bolsa em que os operadores negociam contratos em nome dos participantes. Do ponto de vista físico, seria inviável que cada participante que quisesse efetuar uma transação fosse ao recinto da bolsa para comprar ou vender um contrato. Na BM&F, as operações realizadas no pregão são exclusivas de operadores credenciados pelas corretoras e operadores especiais (Teixeira, 1992). A Figura 4 apresenta um esquema de como são efetuadas as operações no pregão das bolsas:

**Figura 4 - Negociação no pregão de uma bolsa de futuros**



- 1 - O cliente A pede para a corretora comprar uma quantidade de contratos futuros de um dado vencimento por um certo preço;
- 2 - A corretora X dá ordem de compra para seu operador credenciado no pregão, especificando o pedido do cliente A;

3 - O cliente B pede para a corretora vender uma quantidade de contratos futuros de um dado vencimento por um certo preço;

4 - A corretora Y dá ordem de venda para seu operador credenciado no pregão, especificando o pedido do cliente B;

5 - O operador X anuncia a oferta de compra em voz alta para todos os demais operadores (representantes das corretoras ou operadores especiais);

6 - O operador Y anuncia a oferta de venda em voz alta para todos os demais operadores (representantes das corretoras ou operadores especiais).

Embora a figura mostre as ações em sucessão, na prática elas acontecem quase que instantaneamente devido a rapidez com que as informações são transmitidas via sistema telefônico. Observe que esta modalidade de transação é semelhante a um leilão em que é feito o anúncio de um bem e seu respectivo preço de oferta para compra ou venda. Nas bolsas, este sistema é denominado de **viva-voz** (*open outcry*).

A vantagem da bolsa é que possibilita uma maior liquidez e melhor disseminação das informações de uma grande quantidade de participantes. Isto implica uma formação de preços mais eficiente visto que os contratos são submetidos à oferta e procura de um maior número de pessoas. Conforme observa Burns (1983, p.49), a eficiência na formação de preços refere-se ao grau com que o preço do ativo reflete as condições de oferta e demanda no mercado. Haveria pelo menos dois elementos na eficiência dos preços: o grau com que o preço do ativo é determinado pelas forças competitivas e a velocidade com que as cotações incorporam novas informações.

#### **2.4.2. Padronização dos contratos**

Os contratos futuros são por natureza padronizados. Quando uma bolsa de mercadorias desenvolve um novo contrato, são estabelecidos uma série de especificações por exemplo: ativo-objeto e suas particularidades, tamanho do contrato, forma de cotação, datas de vencimento, locais para liquidação física e outros (Hull, 1997). Esta rigidez nos contratos futuros é que permite a intercambialidade e grande liquidez neste mercado.

Considere como exemplo o contrato futuro de dólar comercial negociado na BM&F (Site BM&F, 1997). Cada contrato corresponde a US\$ 100.000 da moeda americana. A cotação é feita em reais para cada US\$ 1.000, podendo ser divulgado até três casas decimais. Podem ser negociados contratos futuros para todos os meses desde que o total de contratos não ultrapassem 24 meses. A data de vencimento é o primeiro dia útil do mês de vencimento - por exemplo 02 de agosto é o vencimento do contrato de agosto de 98. O dólar comercial referenciado neste contrato para efeito de ajuste segue a cotação divulgada pelo Banco Central do Brasil da média de venda do dólar comercial. A oscilação máxima diária dos contratos, com exceção dos dois primeiros vencimentos, se limita a 5% do preço de ajuste do pregão anterior.

Como os contratos são idênticos e os agentes têm conhecimento de suas características, é mais fácil transacionar. Conforme afirma Kolb (1991, p.8), a mercadoria ou bem transacionado é tão padronizado e segue regras tão detalhadas que os participantes do mercado sabem exatamente o que está sendo oferecido. Este é um dos fatores para que se possa obter grande liquidez. E o aumento da liquidez de mercado, pondera Burns (1983, p.50), tende a aperfeiçoar a eficiência da formação de preços.

### **2.4.3. Câmara de compensação**

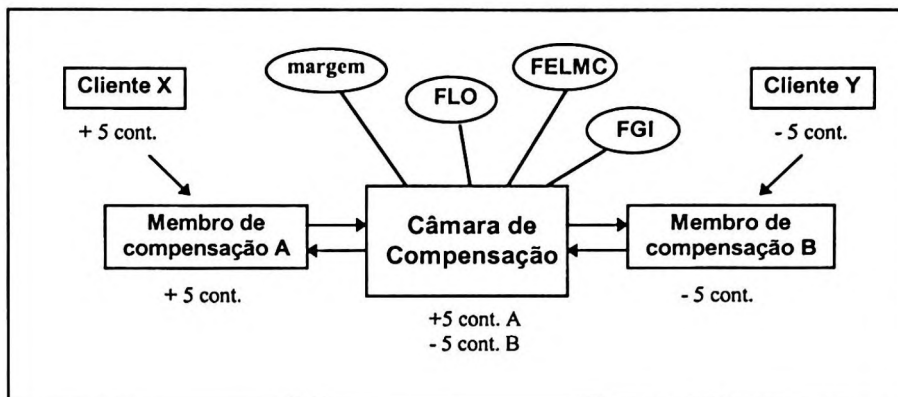
Um dos pilares fundamentais do mercado futuro é o papel desempenhado pelas chamadas Câmaras de Compensação (*clearing house*) no sentido de garantir o cumprimento dos contratos negociados. Conforme destaca o site da BM&F (<http://www.bmf.com.br>):

*Uma das condições necessárias ao perfeito funcionamento do mercado de derivativos é a crença de seus participantes de que os ganhos serão recebidos no prazo e nas condições estabelecidas. Isso é oferecido mediante um sistema de compensação de ganhos e perdas, que chama a si a responsabilidade pela liquidação dos negócios.*

São estas câmaras que garantem ao investidor dos mercados futuros que seus negócios serão cumpridos na hipótese de insolvência de uma das partes. O mecanismo de funcionamento delas é relativamente simples. A câmara de compensação se interpõe entre os participantes quando se trata de garantias e obrigações. Desta maneira, os direitos e obrigações de compradores e vendedores passam a ter como contrapartida a câmara de

compensação. Conforme resume Kolb (1991, p.8), a câmara de compensação substitui a promessa de cada participante pela sua própria credibilidade. A Figura 5 mostra como funciona este esquema:

**Figura 5 - Funcionamento de uma Câmara de Compensação**



De acordo com a figura, a Câmara mantém as posições de contratos de cada membro, podendo inclusive manter o controle sobre cada cliente. Mas, conforme expõe Teixeira (1992) o verdadeiro responsável pelo cumprimento do contrato caso haja algum problema é o membro de compensação. Este, por sua vez, poderá exigir da corretora ou do cliente que honre seus compromissos. Além disso, a Câmara garante que os contratos vendidos para A sejam efetivamente honrados na hipótese de inadimplência de B.

Para possibilitar a garantia dada aos participantes das bolsas, as Câmaras de Compensação criaram uma série de fundos constituídos por recursos provenientes de taxas, depósitos, margens e garantias que ela obtém junto aos clientes e membros de compensação. A BM&F, por exemplo, além da margem depositada pelos clientes, possui três fundos que garantem a liquidação das operações, são eles: Fundo de Liquidação de Operações (FLO), Fundo Especial de Liquidez dos Membros de Compensação (FELMC) e o Fundo de Garantia dos Investidores (FGI).

Estas Câmaras podem funcionar como um departamento da própria bolsa de futuros ou constituir uma empresa à parte de sua estrutura. Estas câmaras também são responsáveis pela contabilização das operações, ajustes de margens e pela liquidação física dos contratos.

#### 2.4.4. Encerramento de posição

Quando se realiza uma operação envolvendo contratos a termo ou futuros, tanto comprador como vendedor assumem obrigações um com o outro. Um comprador (X) possui o dever de pagar pela mercadoria, assim como o vendedor (Y) tem a obrigação de entregá-la na data combinada. O saldo líquido de contratos negociados de cada parte é denominado de **posição**. Desta forma, diz-se que a posição do participante X é *comprada* em *n* contratos (ou outra unidade para o negócio) e a do participante Y é *vendida* em *n* contratos.

Supondo que o comprador (X), por algum motivo qualquer, não esteja mais interessado na mercadoria ou, da mesma forma, o vendedor (Y) tenha mudado de idéia sobre a venda do bem. Conforme visto anteriormente, dificilmente os participantes deste negócio conseguiriam repassar o contrato para terceiros e se desvencilhar das obrigações, terminando por levar a posição até o vencimento. Aqui surge a grande diferença entre o contrato a termo e o contrato futuro.

No contrato futuro, em virtude da padronização dos contratos e grande liquidez existente nas bolsas, surgem outras maneiras de se encerrar uma posição assumida anteriormente. Basicamente, existem três maneiras de encerrar um contrato futuro:

a) **liquidação física**: esta é a forma tradicional de liquidação do contrato a termo. No mercado futuro, a liquidação física somente pode ocorrer em locais e horários determinados pela própria bolsa de futuros. Nem todos os ativos transacionados no mercado futuro são passíveis de serem liquidados fisicamente. No caso dos ativos intangíveis, por exemplo índice de ações ou taxas de juros, é impossível executar a entrega dos mesmos. Este tipo de liquidação ocorre geralmente com commodities agrícolas e, mesmo assim, numa proporção muito pequena comparada ao volume de contratos negociados. Na BM&F, os participantes que quiserem efetuar liquidações por entrega da mercadoria devem seguir uma série de procedimentos estabelecidos pela bolsa (site BM&F, 1997). São tantas as especificações impostas pela bolsa que chegam a desestimular os interessados na entrega física do bem;



- b) **liquidação financeira:** os contratos que perduram até o vencimento podem ser liquidados de maneira mais rápida e fácil. Trata-se da liquidação financeira em que o comprador e vendedor acertam seus compromissos pelo pagamento/recebimento da diferença entre o preço contratado e o preço de mercado. Para alguns bens, como é o caso dos ativos financeiros, a liquidação somente pode ser feita financeiramente, por se tratarem de ativos intangíveis. Na BM&F, os principais contratos somente podem ser liquidados financeiramente. É o caso do dólar comercial, dólar flutuante, DI (taxas de juros), índice de ações e C-Bonds.
- c) **reversão:** esta é a maneira mais usual de encerramento de posições de contratos futuros (Kolb, 1991, p.15). Reverter uma posição significa efetuar uma operação oposta a que foi feita anteriormente de maneira que o saldo líquido de contratos futuros de uma determinada mercadoria seja nula. Por exemplo, o comprador de contrato futuro de café arábica com vencimento em julho de 98 ao vender a mesma quantidade deste contrato estará anulando sua posição. Pode-se observar esta prática de reversão ao olhar o número de contratos em aberto nas bolsas de futuros à medida em que a data de vencimento se aproxima.

Um aspecto interessante no mercados futuro é que a facilidade de encerramento da posição é um dos fatores que possibilitam a participação dos especuladores. Algo que não é freqüentemente possível nos contratos a termo. Conforme explica Teixeira (1992), “os especuladores [...] não têm nenhum interesse comercial pela commodity [...]. Sua única intenção é apenas tirar proveito das diferenças entre os preços de compra e venda” (p.25).

#### **2.4.5. Ajustes diários e margens de garantia**

Para garantir que as operações sejam efetivamente honradas e evitar a inadimplência nos negócios, as bolsas de futuros estabeleceram dois mecanismos que visam à proteção dos mercados: as **margens** e os **ajustes diários**. Ao negociar um contrato futuro, o participante deve depositar uma margem inicial em sua corretora. Tais recursos servirão como garantia para que as obrigações assumidas nos contratos possam ser honradas. O valor da margem varia conforme o ativo-objeto do contrato, o vencimento e a posição em que se encontra o investidor. Os ajustes diários são as

diferenças a pagar/receber pelos participantes do mercado em função das flutuações dos preços dos contratos futuros ao longo do tempo. Inicialmente, estes ajustes diários são deduzidos da margem colocada pelo participante. Se por acaso o detentor do contrato futuro tiver ajustes negativos e sua margem atingir um patamar abaixo do mínimo exigido, a bolsa exigirá um complemento denominada **chamada de margem**.

#### **2.4.6. Impessoalidade**

Uma característica dos contratos futuros é o sigilo garantido pelo sistema. Como as transações ocorrem dentro de um recinto organizado (bolsa) por meio de corretoras, as partes envolvidas no negócio desconhecem a sua contraparte. Em síntese, quem vendeu não sabe quem comprou e aquele que comprou desconhece o vendedor.

#### **2.5. Índices de ações**

Um índice de ações é um número, geralmente expresso em pontos, que serve como um indicador geral das variações de preços do mercado acionário. Conceitualmente, os índices de ações são muito semelhantes aos índices de preços. Enquanto estes buscam mensurar as variações de preços da economia ao longo do tempo a partir de uma cesta de bens, os índices de ações fazem o mesmo para um conjunto de ações. Hull (1997, p.57) diz que um índice de ações reflete as mudanças no valor de uma carteira hipotética constituída de ações.

Os índices de mercado de ações têm sido utilizados pela comunidade financeira desde o final do séc. XIX como um termômetro ou indicador das cotações das bolsas de valores. O primeiro índice de ações divulgado de que se tem notícia foi o Dow Jones, publicado em 1884 por Charles Dow e Edward Jones, editores do jornal Washington Post.

De acordo com Brito (1989, p.138), ao longo do tempo os índices de ações cumpriram três tarefas básicas:

- a) servirem como indicador geral de tendências do mercado;
- b) serem um instrumento de suporte à administração de investimentos;

c) serem um instrumento de negociação explícita em mercados futuros.

Um aspecto fundamental na formação de qualquer índice de ações é a sua metodologia de cálculo. Pode-se dizer que a qualidade de um índice está diretamente ligada ao rigor e critérios metodológicos tanto na escolha das ações como na apuração do indicador final. À medida em que os índices de ações passaram a ser utilizados como suporte à gestão de investimentos houve uma necessidade de aprimorar suas metodologias.

Quando o propósito inicial dos índices de ações foi servir como um simples indicador de tendências de mercado, não havia necessidade de precisão no seu cálculo. Tanto isto é verdade que, segundo Leite et al. (1995, p.12) o critério de cálculo do Dow Jones no seu surgimento era bastante primitivo. Basta dizer que foram selecionadas onze ações e se produziu um número a partir da média aritmética dos preços de fechamento.

Quanto ao fato de servirem como instrumentos de suporte à gestão de investimentos, Brito (1989, p.138) ressalta que os índices de ações auxiliam o processo de seleção de ações e de comparação relativa do desempenho de carteiras. Através de indicadores de liquidez e estimativa dos betas de ações, é possível compor carteiras que sejam mais ou menos sensíveis às variações do índice de mercado. Neste sentido, a metodologia empregada para compor o índice deve ser mais criteriosa e precisa de forma a gerar um indicador que reflita um parâmetro geral de mercado.

Desde 1982 com a criação do contrato futuro do *Value Line Index*, os índices de ações não somente servem como parâmetro de mercado como são utilizados como referência nos mercados futuros. Os índices passaram a assumir um papel semelhante ao de um ativo-objeto que é transacionado para compra ou venda a futuro. É neste terceiro nível de utilização que as exigências de precisão e qualidade se tornam críticas na apuração do índice (Brito, 1989, p.138). A maneira como o índice é gerado produz um número que afeta os ajustes diários dos contratos futuros de índice de ações. Conforme ressalta Brito, ao valor do índice gerado pela metodologia está associada a transferência de riqueza entre comprados e vendidos no mercado futuro.

O sucesso obtido pelos índices ao proverem um indicador para o mercado acionário foi tão significativo que se tornou comum a associação direta entre as variações

dos índices e o desempenho das bolsas. Por exemplo, quando um índice varia -3%, os jornais costumam divulgar que a bolsa caiu 3%, mas não significa que todas as ações tenham variado na mesma proporção. Tampouco pode-se dizer que necessariamente um investidor tenha perdido dinheiro neste dia. Contudo, pelo fato do índice geral ter recuado, as pessoas analisam que na média os investimentos em ações realizados neste dia tenha sido ruim.

## 2.6. Desenvolvimento dos índices de ações nas bolsas do mundo

De acordo com Leite et al. (1995, p.12), o primeiro índice de ações foi o Dow Jones que foi inicialmente composto como uma média aritmética dos preços de 11 ações. Com o passar do tempo, o número de ações que compõe a carteira aumentou para trinta. Embora o índice tenha uma série de restrições de natureza metodológica, entre as quais o critério subjetivo de seleção de ações e o fato de desconsiderar os retornos produzidos por dividendos e outras bonificações, o *Dow Jones Industrial Average* (DJIA) continua sendo o principal índice do mercado de ações norte-americano.

Em 1923, a agência de notícias Standard & Poor's lançou o índice S&P composto por 233 ações de empresas entre os 26 setores que melhor representariam a economia americana. Sob o aspecto metodológico, além de ser mais abrangente que o índice Dow Jones, o índice S&P teve a vantagem de adotar o conceito de valor de mercado das empresas. Assim, a participação das ações no índice não seriam distorcidas pela magnitude dos preços. Em 1976, o índice foi modificado, passando a incorporar 500 empresas listadas não somente na bolsa de Nova York (NYSE) como na *American Exchange* (AMEX) e na *National Association of Securities Dealers* (NASD).

Outro índice lançado nos Estados Unidos em 1961 foi o *Value Line Composite Index*. Trata-se de um indicador construído a partir da média geométrica do fator de variação dos preços de 1.700 ações negociadas na NYSE, AMEX e NASDAQ. Conforme afirma Leite et al. (1995, p.26), a vantagem do *Value Line* é que além de ser um índice

representativo, não existe o trabalho de efetuar ponderações sobre as quantidades das ações que compõe a carteira<sup>9</sup>.

Outros índices de ações surgiram posteriormente no mercado norte-americano. Em 1964, a NYSE passou a calcular um índice composto denominado *NYSE Composite Index*, representando 2.000 ações desta bolsa. Em 1973, foi a vez da AMEX introduzir o *AMEX Value Index* composto não somente por ações como também warrants, ADRs de empresas estrangeiras e outros papéis. Uma característica deste indicador é que os dividendos são reinvestidos na carteira representativa do índice de forma que reflita o retorno total do mercado. Em 1970, a NASDAQ começou a divulgar seu índice composto que reflete o comportamento do mercado acionário de milhares de empresas, sobretudo pequenas, que são negociadas no mercado de balcão.

No Japão, os índices de bolsas surgiram após a 2<sup>a</sup> Guerra Mundial. Os mais conhecidos são os divulgados pelas bolsas de Tokyo e Osaka. O mais tradicional é o Nikkei-225 que segue uma metodologia semelhante ao DJIA. Além deste, a bolsa de Tóquio também divulga o TOPIX, que é um índice mais amplo que o Nikkei. Na bolsa de Osaka (*Osaka Securities Exchange*), existem vários índices criados por metodologias diversas que abrangem números diferentes de ações, entre as quais, OSE-250, OSE-300 e OSE-40.

Na Inglaterra, o índice do mercado acionário começou a ser divulgado em 1935 pelo jornal Financial Times. Em 1984, o índice foi reformulado dando origem ao FTSE-100 composto por 100 ações e divulgado conjuntamente pela Bolsa de Londres e pelo Financial Times.

A idéia de construir indicadores que pudessem mensurar a tendência dos mercados acionários se difundiu por diversos países. De fato, é mais prático para o investidor observar o comportamento das bolsas de valores por um número representativo do que fazer ponderações a partir das variações de preços de cada ação.

---

<sup>9</sup> Todas as ações do Value Line Composite Index participam com o mesmo peso. Portanto, não há necessidade de recomposição das quantidades teóricas das ações que compõe a carteira do índice.

O Quadro 2 apresenta alguns dos principais índices de ações existentes no mundo, o mercado acionário tomado como referência e as bolsas onde são negociados seus contratos futuros:

**Quadro 2 - Índices de ações das principais bolsas de valores e seus respectivos mercados futuros**

Índice	Mercado	Onde negociar
Austrian Traded Index	Áustria	AFOE
BEL 20	Bélgica	BELFOX
CAC-40	Paris	MATIF
DAX	Alemanha	DTB
DJIA	Nova York	CBOT
Dutch Top 5	Holanda	EOE/FTA
FTSE-100/FTSE-250	Londres	LIFFE
Hang Seng	Hong Kong	HKFE
IBEX-35	Espanha	MEFF
IBOVESPA	S.Paulo	BM&F
IPSA	Chile	SSE
KFX Stock Index	Dinamarca	CSE
Major Market Index	EUA	CME
MAOF-25	Israel	
NASDAQ-100	Nasdaq Stock Market	CME/CBOE
Nikkei-225 e Nikkei-300	Tóquio	SIMEX/OSE
NYSE Composite	Nova York	NYCE
NZSE-10	Nova Zelândia	NZFOE
S&P-100 e S&P-500	Nova York, Nasdaq e Amex	CME
SIMEX MSCI	Singapura	SIMEX
Swiss Market Index	Suíça	SOFFEX
TOPIX	Tóquio	TSE
Toronto 35 Stock Index	Canadá	TFE
Value Line Average	EUA	KCBT

Fonte: Informações obtidas da Tabela 8.3. in *An Introduction to Derivatives*, Chance (1998, p.354).

## 2.7. O surgimento do Índice Bovespa

O índice de ações que agrega o maior número de negócios no país é o IBOVESPA, índice da bolsa de valores de São Paulo. Segundo Leite et al. (1995, p.45) o IBOVESPA começou a ser divulgado no dia 02 de janeiro de 1968, uma época em que o investimento em ações era pouco conhecido.

A implantação do índice Bovespa foi realizada a partir da metodologia empregada pela Bolsa de Valores do Rio de Janeiro na apuração do IBV. Este índice foi desenvolvido na década de 60 pelo Prof. Mario Henrique Simonsen e aperfeiçoado pelo superintendente da Bolsa do Rio Luiz Sérgio Coelho de Sampaio (Leite et al., 1995, p.44). Entre as modificações realizadas por Sampaio, estão a variação do número de ações componentes da carteira e a introdução dos ajustes nas quantidades teóricas decorrentes de dividendos, bonificações e direitos de subscrição.

O índice Bovespa é expresso em pontos. Seu valor absoluto corresponde ao valor monetário de mercado em um certo instante de uma carteira de ações selecionadas. Contudo, o valor absoluto dos índices de ações não tem grande importância. O aspecto principal é a variação do índice em um certo período de tempo. A variação percentual do índice representa a taxa de retorno de um investidor que mantém uma carteira semelhante à do IBOVESPA.

Conforme afirma Leite et al. (1995, p.62), o índice Bovespa recebe muitas críticas por expressar a variação de preços de poucas ações, sendo muito concentrada a sua amostra. Todavia, é importante esclarecer que não é a metodologia do índice que torna sua carteira concentrada, mas por privilegiar o critério de negociabilidade das ações, este índice acaba sendo reflexo das ações mais negociadas. E como os negócios nas bolsas de valores de São Paulo são concentrados em torno de poucas ações, o índice vai retratar fielmente este mercado concentrado<sup>10</sup>.

---

<sup>10</sup> É interessante notar que pouco antes da privatização do sistema Telebrás em 1998, surgiu a dúvida de qual ação no mercado assumiria o papel da ex-holding, tendo em vista que as empresas seriam vendidas separadamente. Este tipo de preocupação denota uma preferência pela concentração dos negócios em um único papel.

Para compreender a maneira como é calculado o IBOVESPA, é necessário descrever sua metodologia. E de acordo com Leite et al. (1995, p.39), o aspecto central da metodologia de formação do índice Bovespa é a **negociabilidade** das ações. A metodologia adotada privilegia com maior participação na carteira do índice as ações de maior liquidez. A negociabilidade das ações é uma média geométrica entre a participação da ação no número de negócios e no volume financeiro da bolsa, sendo expresso pela seguinte fórmula:

$$NEG = \sqrt{\frac{n}{N} \cdot \frac{v}{V}} \text{ \{eq. 2.1\}}$$

n: nº de negócios à vista com a ação no período;

N: nº total de negócios à vista na bolsa no período;

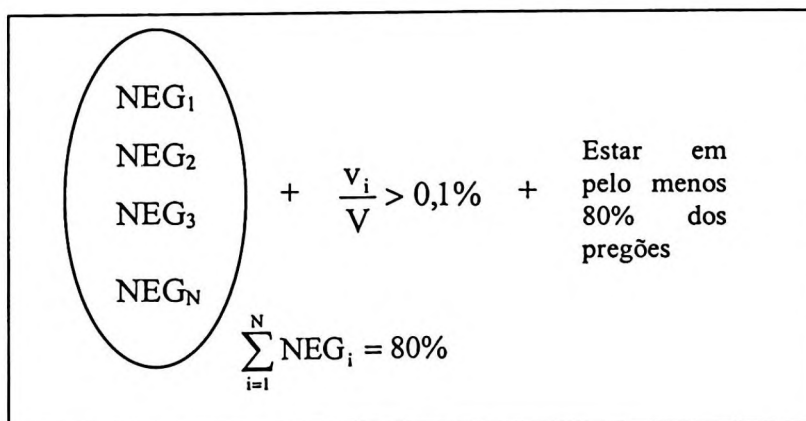
v: volume em reais de negócios à vista com a ação durante o período;

V: volume total em reais dos negócios à vista realizado na bolsa durante o período;

De acordo com a metodologia do IBOVESPA divulgada pela bolsa (<http://www.bovespa.com.br/mercfra.htm>), a constituição da carteira teórica que é utilizada nos cálculos dos índices segue as seguintes normas:

- para que uma ação seja incluída no índice Bovespa deve estar contida num conjunto de ações que nos últimos 12 meses representem pelo menos 80% da soma dos índices de negociabilidade; ter sido negociada em mais de 80% do total de pregões neste período; e ter participação superior a 0,1% do volume total;

**Figura 6 - Requisitos básicos para compor o índice Bovespa**





- a participação da ação na carteira é apurada pela razão do seu índice de negociabilidade sobre a soma dos índices do total das ações incluídas. O valor encontrado é multiplicado pelo índice do último quadrimestre anterior e dividido pelo preço de fechamento da ação no último dia do quadrimestre anterior. Assim, tem-se a quantidade teórica da ação:

$$QT_i = \frac{NEG_i}{NEG_T} \cdot \frac{IBOV_{q-1}}{P(i)_{q-1}} \text{ \{eq. 2.2\}}$$

- as quantidades teóricas da ação podem ser modificadas ao longo do quadrimestre se houver bonificações, distribuição de dividendos e outros direitos.
- o índice Bovespa em um certo instante é o somatório das quantidades teóricas de cada ação participante da carteira multiplicado pelos respectivos preços nesta data:

$$Ibovespa_t = \sum_{i=1}^N P(i)_t \cdot QT_i \text{ \{eq. 2.3\}}$$

- a constituição da carteira teórica é refeita a cada 4 meses, tendo como início o primeiro dia útil dos meses de janeiro, maio, setembro.

Desde a data inicial de sua divulgação, o índice Bovespa não sofreu nenhuma alteração de natureza metodológica. As únicas modificações foram as divisões por 10 efetuadas no índice. Os níveis elevados de taxa de inflação fizeram com que os preços das ações e dos demais ativos da economia fossem corrigidos monetariamente. Como consequência, a carteira de ações do índice aumentava em valor e era expressa por índices cada vez maiores. Para facilitar a compreensão e divulgação, à medida em que o índice atingia patamares dos 100.000 pontos, zeros foram cortados. De acordo com a Bovespa, foram eliminados vários zeros do índice nas seguintes datas:

**Tabela 2 - Divisões ocorridas no índice Bovespa**

<b>Divisão por</b>	<b>Data</b>
100	03/10/83
10	02/12/85
10	29/08/85
10	14/04/89
10	12/01/90
10	28/05/91
10	21/01/92
10	26/01/93
10	27/08/93
10	10/02/94
10	03/03/97

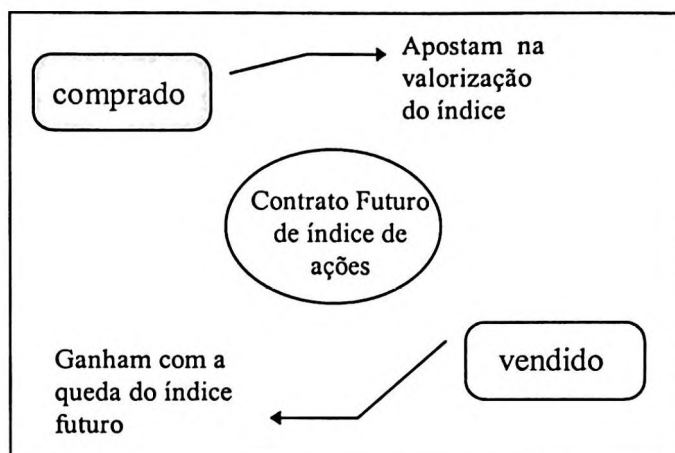
Fonte: tabela extraída do site da Bovespa (<http://www.bovespa.com.br/mercfra.htm>) em 19/nov/98.

## **2.8. Contratos Futuros de Índice de ações**

O primeiro contrato futuro de índice de ações foi introduzido em 1982 na Kansas City Board of Trade e é um dos mais negociados entre os contratos futuros referenciados em ativos financeiros. Os futuros de índice tiveram grande sucesso devido ao fato de serem instrumentos eficazes na administração de grandes carteiras. E o crescimento do patrimônio dos fundos de investimentos acelerou ainda mais a negociação com o este tipo de contrato (Edwards et al., 1992, p.214).

Um contrato futuro de índice de ações tem como ativo-objeto um índice de ações que é apurado regularmente seguindo uma determinada metodologia. O que se negocia neste contrato é o valor do índice de ações em uma data de vencimento previamente combinada. É como se fosse uma aposta sobre a valorização ou desvalorização deste índice:

**Figura 7 - Contrato Futuro de Índice vs. participantes**



Os contratos futuros de índice são cotados da mesma forma que os índices (Chance, 1998, p.303). Supondo como exemplo um contrato futuro de um índice Z que esteja sendo negociado numa bolsa de futuros por 9.600 pontos na data  $t$  para vencimento em  $T$ . Ao comprar 5 contratos futuros de Z pelo preço mencionado, um agente A vai ganhar ou perder de acordo com as valorizações ou desvalorizações do seu contrato. Um participante B que tenha vendido esta mesma quantidade de contratos terá como resultado financeiro o valor simétrico de A. É por esta razão que se costuma dizer que os mercados futuros são um jogo de soma zero.

O lucro ou prejuízo dos participantes A e B é função também do número de unidades monetárias  $m$  que devem ser pagas ou recebidas pela variação de cada contrato. Nos mercados futuros, esta transação é ajustada diariamente. Os participantes que negociam contratos futuros de índice de ações pagam ou recebem os resultados de suas “apostas” dia-a-dia até o instante em que houver a liquidação da posição por reversão ou devido ao vencimento.

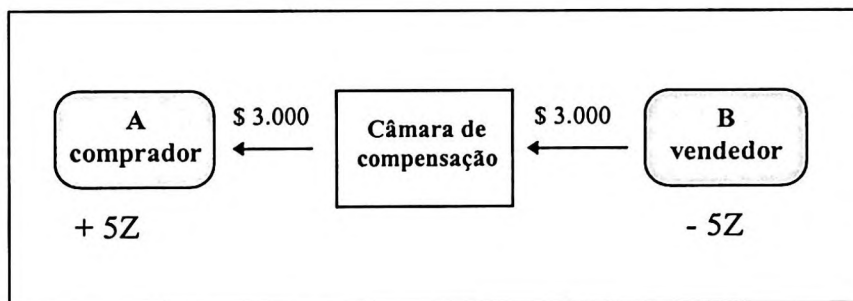
Supondo que os agentes A e B mantenham suas posições em aberto, ao final do dia seus resultados serão expressos pelo preço de ajuste  $PA_t$  do contrato na data  $t$ . Se este preço de ajuste for igual a 9.800 pontos e cada ponto corresponder a \$3, podemos expressar o resultado de A e B respectivamente por:

$$R_{A,t} = 5(9.800 - 9.600)\text{pontos} \frac{\$3}{\text{ponto}} = \$3.000$$

$$R_{B,t} = 5(9.600 - 9.800)\text{pontos} \frac{\$3}{\text{ponto}} = -\$3.000$$

Os ajustes diários são pagos ou recebidos pelos indivíduos por intermédio de suas corretoras, que, por sua vez liquidam junto à câmara de compensação na data estipulada pela bolsa:

**Figura 8 - Ajuste diário do contrato futuro**



Ao final do dia  $t$ , A terá ganho \$3.000, e B perdido a mesma quantia. No dia seguinte ( $t+1$ ), os participantes terão a mesma posição comprada ou vendida em 5 contratos, porém com um valor igual ao do ajuste do dia anterior, isto é, 9.800 pontos. Se ambos mantiverem a posição até o vencimento, seus resultados dependerão dos preços de ajustes a cada instante  $t$ . Desconsiderando o custo do dinheiro, o resultado financeiro total pode ser expresso por:

$$R_{A,T-t} = \sum_{i=1}^{T-t} (PA_{t+i} - PA_{t+i-1}) + (PA_t - PO) \text{ \{eq. 2.4\}}$$

$PA_{t+i}$ : preço de ajuste na data  $t+i$ ;

$PO$ : preço da operação realizada em  $t$ ;

$R_{A,t-T}$ : resultado financeiro acumulado do participante A entre  $t$  e  $T$ .

## 2.9. Especificações do contrato futuro de Índice Bovespa

A BM&F<sup>11</sup> estabelece as seguintes especificações e regras para negócios envolvendo o contrato futuro de índice de ações:

1. **Objeto de negociação:** Índice de ações da Bolsa de Valores de São Paulo (Índice Bovespa).
2. **Cotação:** Pontos do índice, sendo cada ponto equivalente ao valor em reais estabelecido pela BM&F.
3. **Variação mínima de apregoação:** 5 pontos.
4. **Oscilação máxima diária:** 5% sobre o valor do terceiro vencimento em aberto, calculados sobre o preço de ajuste do pregão anterior. Os dois primeiros vencimentos abertos à negociação não estão sujeitos a limites de oscilação. A Bolsa poderá, a qualquer momento, alterar os limites de oscilação, bem como sua aplicação aos diversos vencimentos, inclusive para aqueles que habitualmente não têm limites.
5. **Unidade de negociação:** Ibovespa futuro multiplicado pelo valor em reais de cada ponto do índice, estabelecido pela BM&F.
6. **Meses de vencimento:** meses pares. A BM&F poderá, a seu critério, quando as condições de mercado assim exigirem, autorizar a negociação para vencimento em meses ímpares.
7. **Número de vencimentos em aberto:** no máximo seis.
8. **Data de vencimento e último dia de negociação:** quarta-feira mais próxima do dia 15 do mês de vencimento. Se esse dia for feriado ou não houver pregão na BM&F, a data de vencimento será o dia útil subsequente.
9. **Day trade:** são admitidas operações de compra e venda para liquidação diária (day trade), desde que realizadas no mesmo pregão, pelo mesmo cliente (ou operador especial), intermediadas pela mesma corretora de mercadorias e

---

<sup>11</sup> Ver endereço na World Wide Web: <http://www.bmf.com.br/pages/contratos1/indexcontratos1.htm>.

registradas pelo mesmo membro de compensação. Os resultados auferidos nessas operações são movimentados financeiramente no dia útil seguinte ao de sua realização.

**10. Ajuste diário:** as posições em aberto ao final de cada pregão serão ajustadas com base no preço de ajuste do dia, determinado pela média ponderada das cotações dos negócios realizados nos últimos 30 minutos do pregão, conforme regras da Bolsa, com movimentação financeira em D+1. O ajuste diário será calculado de acordo com as seguintes fórmulas:

a) ajuste das operações realizadas no dia:  $AD = (PA^t - PO) \times M \times n$

b) ajuste das posições em aberto no dia anterior:  $AD = (PA^t - PA^{t-1}) \times M \times n$ , sendo:

AD = valor do ajuste diário;

$PA^t$  = preço (em pontos) de ajuste do dia;

PO = preço (em pontos) da operação;

M = valor em reais de cada ponto do índice, estabelecido pela BM&F;

n = número de contratos;

$PA^{t-1}$  = preço (em pontos) de ajuste do dia anterior.

O valor do ajuste diário, se positivo, será creditado ao comprador e debitado ao vendedor. Caso o valor seja negativo, será debitado ao comprador e creditado ao vendedor.

**11. Condições de liquidação no vencimento:** na data de vencimento, as posições em aberto, após o último pregão, serão liquidadas financeiramente pela Bolsa, mediante o registro de operação de natureza inversa (compra ou venda) à da posição, na mesma quantidade de contratos, pela média do Ibovespa a vista nessa data, observada na últimas duas horas e trinta minutos de negócios da sessão do pregão de viva voz da Bolsa de Valores de São Paulo, de acordo com a seguinte fórmula:  $VL = P \times M$  onde,

VL = valor de liquidação por contrato;

P = média do Ibovespa a vista, observada na última hora de negócios da sessão do pregão de viva voz da Bolsa de Valores de São Paulo, no último dia de negociação;

M = valor em reais de cada ponto do índice, estabelecido pela BM&F.

Os resultados financeiros da liquidação serão movimentados no dia útil subsequente à data de vencimento.

**12. Hedgers:** fundações de seguridade, seguradoras, fundos mútuos de ações, clubes de investimento em ações, fundos de investimento e demais investidores institucionais.

**13. Margem de garantia:** valor fixo por contrato, estabelecido com base na volatilidade do índice de referência. A margem de garantia é devida em D+1, com redução de 20% para hedgers, podendo ser alterada a qualquer momento, a critério da Bolsa.

**14. Ativos aceitos como margem:** dinheiro, ouro, cotas do FIF e, a critério da Bolsa, títulos públicos e privados, cartas de fiança, apólices de seguro, ações e cotas de fundos fechados de investimento em ações.

**15. Custos operacionais:**

- Taxa operacional básica: Operação normal (0,25%) e day trade(0,15%). A taxa operacional básica, sujeita a valor mínimo estabelecido pela Bolsa, é calculada sobre o preço de ajuste do pregão anterior do primeiro vencimento em aberto.
- Taxas da Bolsa (emolumentos e fundos): 2,93% da taxa operacional básica.
- Taxa de registro: valor fixo divulgado pela BM&F.

Os custos operacionais são devidos no dia útil seguinte ao de realização da operação no pregão. Os sócios efetivos pagarão no máximo 75% da taxa operacional básica e da taxa de liquidação no vencimento e 75% dos demais custos operacionais (taxas de registro e da Bolsa). Os investidores institucionais pagarão 75% das taxas de registro e da Bolsa.

**16. Normas complementares:** fazem parte integrante deste contrato a legislação em vigor e as normas e os procedimentos da BM&F, definidos em seus Estatutos Sociais, Regulamento de Operações e ofícios circulares, bem como no Protocolo de Intenções firmado entre as bolsas de valores, de mercadorias e de mercados de liquidação futura, de 25.5.88, observadas, adicionalmente, as regras específicas da Comissão de Valores Mobiliários.

**17. Observação:** considerando-se que a carteira teórica do Ibovespa é atualizada quadrimestralmente pela Bolsa de Valores de São Paulo, a BM&F ressalta o fato de que poderá ocorrer mudança em sua composição durante o período de vigência de um contrato futuro nele referenciado.

## **2.10. Estratégias adotadas com contratos futuros de índice de ações**

Após o lançamento dos contratos futuros de índice de ações (CFIA), diversos autores comentaram sobre o sucesso obtido pelo contrato e as maneiras como pode ser empregado para satisfazer as necessidades dos participantes nos mercados futuros. Chance (1998, p.303) afirma que os CFIA podem ser considerados uma das histórias de sucesso mais incríveis que ocorreram nos mercados financeiros. Leite et al. (1995, p.105) também diz que o CFIA tem sido uma das inovações financeiras de crescimento mais rápido, chegando a superar o próprio mercado à vista.

Existem estratégias que podem empregadas a partir da compra ou venda de contratos futuros de índices de ações, entre as quais:

- a) *hedge* de uma carteira de fundos de ações;
- b) variação do grau de agressividade de uma ação ou portfolio de ações;
- c) criação de portfolios de ações atrelados ao índice (fundos indexados).

Os detalhes destas aplicações serão detalhadas nos próximos tópicos.

### **2.10.1. Variando o grau de agressividade de uma ação ou carteira de ações**

A utilização dos CFIA para aumentar o diminuir a agressividade de um portfolio requer o conhecimento de um conceito presente nos trabalhos de Sharpe (1964): o beta ou



coeficiente de risco sistemático de um ativo. De acordo com o autor, em um mercado equilibrado a média da taxa de retorno de um ativo pode ser decomposta em uma taxa livre de risco e um componente denominado prêmio pelo risco sistemático, resumidos no modelo CAPM:

$$E(R_i) = R_f + \beta_i [E(R_m) - R_f] \{\text{eq. 2.5}\}$$

$E(R_i)$ : esperança da taxa de retorno do ativo  $i$ ;

$R_f$ : taxa livre de risco;

$E(R_m)$ : média da taxa de retorno do mercado;

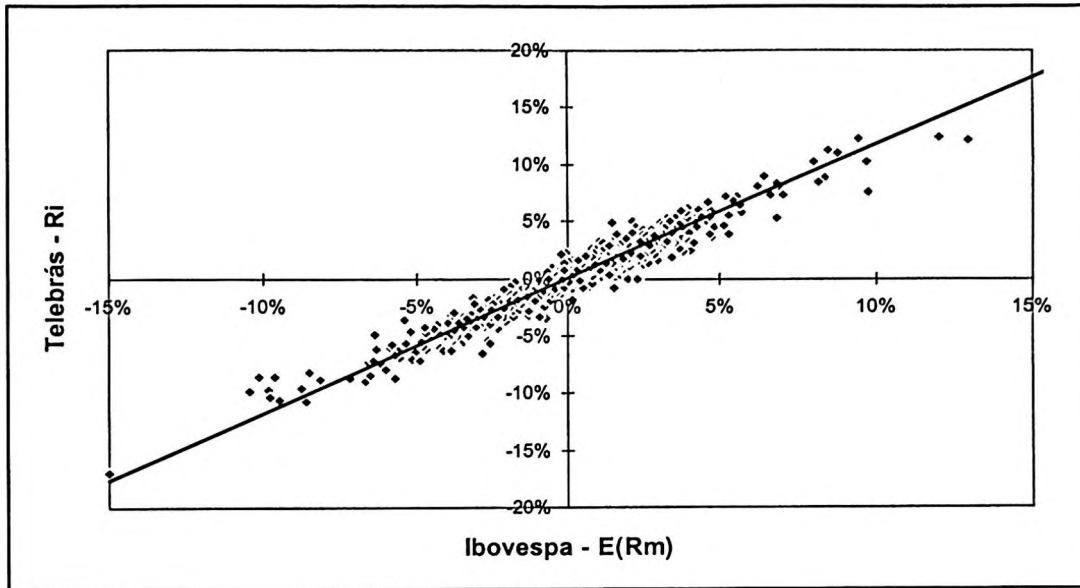
$\beta_i$ : beta do ativo em relação ao retorno de mercado;

$\beta_i [E(R_m) - R_f]$ : prêmio pelo risco sistemático.

Aplicando a expressão acima para uma ação ou carteira de ações, percebe-se que o retorno de uma ação depende fundamentalmente do retorno de mercado e do coeficiente beta. Em geral, costuma-se utilizar como parâmetro de mercado um índice de ações que melhor expressa o retorno de um conjunto amplo de ativos presentes no mercado. Assim, quanto maior o beta de uma ação, maior a sua sensibilidade ao retorno de mercado. Coeficientes betas maiores que um são típicos das ações agressivas e betas inferiores a unidade caracterizam as ações menos agressivas.

O significado do  $\beta$  de uma ação pode ser melhor compreendido se analisarmos um gráfico de dispersão dos retornos da ação em função do retorno de mercado:

**Figura 9 - Retorno de Telebrás vs. Ibovespa**



Conforme o exemplo da Figura 9, os retornos da ação Telebrás durante o período de 1994 a 1998 foram positivamente correlacionados com o índice Bovespa. O beta de Telebrás é o coeficiente angular da reta de regressão que passa pelos pontos do gráfico, podendo ser expresso por:

$$\beta_i = \frac{\text{Cov}(R_i, R_m)}{\sigma_m^2} = \frac{\rho_{i,m} \sigma_i}{\sigma_m} \text{ \{eq. 2.6\}}$$

$\beta_i$ : beta do ativo em relação ao retorno de mercado;

$\sigma_i$ : volatilidade do ativo  $i$ ;

$\sigma_m$ : volatilidade do mercado;

$\rho_{i,m}$ : correlação do retorno de mercado com o retorno do ativo;

$\text{Cov}(R_i, R_m)$ : covariância do retorno de mercado com o retorno do ativo.

O sentido prático e didático do  $\beta$  de uma ação pode ser descrito segundo as palavras de Leite (1993):

*O coeficiente  $\beta$  é um índice de risco sistemático das ações, pois sendo a inclinação da reta de regressão entre as taxas de retorno das ações com o índice de mercado, ele traduz quantos pontos percentuais a expectativa de retorno da ação tende a variar a cada ponto percentual de variação do índice, aceitando-se o CAPM como pressuposto (p.141).*

Desta forma, se o  $\beta$  da ação Telebrás for de 1,15, a expectativa da taxa de retorno desta ação será 11,5% se a média de retorno do índice Bovespa for de 10%. O mesmo é válido para variações negativas. Uma queda no índice Bovespa produzirá, em média, uma queda mais que proporcional nos preços das ações da Telebrás.

Supondo que um investidor tenha uma carteira de ações composta da seguinte forma:

**Tabela 3 - Carteira de ações hipotética**

Ação	Participação	Beta
Telebrás	30%	1,14
Petrobrás	20%	0,83
Eletrobrás	25%	1,14
Vale do Rio Doce	25%	1,07
Total		1,06

De acordo com Sutcliffe (1993, p.271), o cálculo do beta de uma carteira é a média ponderada dos betas das ações. Portanto, o beta da carteira segue a propriedade:

$$\beta_p = \sum_{i=1}^n w_i \beta_i \text{ \{eq. 2.7\}}$$

Para reduzir o beta deste portfolio, basta vender contratos de índice de ações numa proporção que estabeleça o novo patamar para o beta. Segundo Hull (1997, p.62), isto pode ser feito utilizando a seguinte fórmula:

$$Q = (\beta^0 - \beta^*) \frac{\Pi}{V} \text{ \{eq. 2.8\}}$$

Q: quantidade de contratos de índice de ações;

$\beta^0$ : beta inicial da carteira;

$\beta^*$ : beta final da carteira;

$\Pi$ : valor da carteira;

V: valor de referência do contrato futuro

Portanto, se o contrato futuro do índice Bovespa tiver como valor de referência R\$ 30.000 e o valor da carteira for de R\$ 100 mil, para reduzir o beta a 0,5 seria preciso vender uma quantidade de contratos futuros correspondente a:

$$Q = (1,06 - 0,5) \frac{100.000}{30.000} = 18,7 \text{ \{eq. 2.9\}}$$

É importante considerar que a variação do beta de uma ação ou de uma carteira de ações depende do coeficiente beta inicial utilizado como estimativa. Se a carteira apresentar um risco sistemático diferente do utilizado na estimativa, o resultado da aplicação dos contratos futuros de índice de ações para variar o grau de agressividade da carteira pode ser diferente do esperado. Em geral, costuma-se estimar o beta por meio da covariância das taxas de retorno passadas do ativo com as taxas de um indicador de mercado. E a partir desta estimativa obtida por dados históricos, assume-se que o beta futuro da ação ou da carteira de ações permanecerá igual ao do passado.

Ocorre que tal estratégia somente dará resultados práticos se os betas das ações forem estáveis. A questão é saber até que ponto as ações negociadas no mercado possuem coeficientes de risco sistemático comportados. De acordo com estudos realizados por Cecco (1986), os betas das ações no mercado brasileiro foram considerados estáveis para o período de 1972 a 1980. A estabilidade tende a ser maior quanto maior o número de ativos componentes da carteira e quanto maior o período considerado na análise.

### **2.10.2. Hedge de uma carteira de fundo de ações**

Os administradores de recursos e investidores institucionais possuem quantias significativas de suas carteiras em ações ou fundos de ações, correndo risco de uma eventual queda nos preços. Embora o investimento em ações pareça atraente a longo prazo, diante de uma expectativa no curto prazo de baixa nos preços, os investidores podem querer reduzir a exposição ao risco.

Conforme ressalta Edwards et al. (1992, p.241), existem diversas formas de se reduzir o risco. Os investidores poderiam resgatar suas quotas e reinvestir no mesmo fundo em um período posterior. Contudo, existem alguns custos associados a esta estratégia, entre as quais o custo de oportunidade entre o momento do resgate e a efetiva

liquidação das quotas do fundo. Uma alternativa para diminuir o risco de uma aplicação em fundo de ações é utilizar o CFIA como instrumento de hedge.

Supondo um investidor que tenha aplicado em um fundo de ações cujo valor inicial seja  $S_t$ . Sabe-se que ao vender contratos futuros de índice por  $F_t$ , uma queda no valor das quotas do fundo pode ser compensada pelo ganho obtido no mercado futuro:

$$\Pi_t = S_t - hF_t \text{ \{eq. 2.10\}}$$

$S_t$ : valor da carteira de fundo de ações;

$F_t$ : valor de referência do contrato futuro;

$h$ : quantidade de contratos futuros vendidos.

A questão que certamente incomoda o investidor é saber se estes dois fenômenos acontecem na mesma proporção. E se não acontecem, haveria uma quantidade específica de contratos futuros que deve ser adquirida para minimizar a variação da carteira de fundo de ações?

De acordo com Hull (1997, p.35), a quantidade de contratos futuros que deve ser vendida para proteger uma carteira de ações é definida pela razão de hedge ótima. Para o exemplo anterior, a variação no valor do portfolio  $\Pi_t$  é definida como:

$$\Delta\Pi_t = \Delta S_t - h\Delta F_t \text{ \{eq. 2.11\}}$$

$\Delta\Pi_t$ : variação total da carteira;

$\Delta S_t$ : variação do fundo de ações;

$\Delta F_t$ : ganho/prejuízo obtido no mercado futuro.

A razão de hedge ótima seria a quantidade  $h$  de contratos futuros que minimizaria a variância da alteração no valor total da carteira. A partir da expressão anterior, pode-se obter a variância do valor da carteira:

$$v = \sigma_{\Delta S}^2 + h^2\sigma_{\Delta F}^2 - 2h\rho\sigma_{\Delta S}\sigma_{\Delta F} \text{ \{eq. 2.12\}}$$

$\sigma_{\Delta S}^2$ : variância de  $\Delta S$ ;

$\sigma_{\Delta F}^2$ : variância de  $\Delta F$ ;

$\rho$ : coeficiente de correlação entre  $\Delta S$  e  $\Delta F$ .

Derivando a expressão 2.12 em relação a h, tem-se a variação da variância da carteira em função da variação de h.

$$\frac{\partial v}{\partial h} = 2h\sigma_{\Delta F}^2 - 2\rho\sigma_{\Delta S}\sigma_{\Delta F} \text{ \{eq. 2.13\}}$$

Igualando o resultado a zero, pode-se obter o valor h que minimiza a variância:

$$h = \rho \frac{\sigma_{\Delta S}}{\sigma_{\Delta F}} \text{ \{eq. 2.14\}}$$

Cabe fazer uma observação importante sobre a estratégia baseada na razão de hedge ótima. Embora esta estratégia busca minimizar a variância dos retornos de uma carteira de fundo de ações, isto não significa que o resultado final será um hedge perfeito. O resultado da carteira depende da qualidade dos parâmetros utilizados para estimar a quantidade h de contratos futuros.

A Tabela 4 apresenta as rentabilidades de alguns fundos de ações e fundos de carteira livre para três períodos em 98. A coluna ao lado, ilustra a rentabilidade de uma carteira composta pelo fundo mais contratos futuros de índices de ações determinada pela razão de hedge ótima. Conforme os resultados, a estratégia de hedge diminui a rentabilidade do fundo em períodos de alta e também diminui o impacto das quedas das ações.

**Tabela 4 - Comparação das rentabilidade dos fundos com e sem hedge**

Fundo	Período 1		Período 2		Período 3	
	Fundo	RHO	Fundo	RHO	Fundo	RHO
ABN Amro	16,67%	8,77%	-19,39%	-6,63%	-10,68%	-3,33%
Banespa FBA	6,37%	-0,30%	-18,20%	-6,45%	-9,12%	-2,51%
BB Ações Índice	11,62%	0,10%	-24,00%	-6,51%	-10,88%	-2,55%
Bradesco CL	11,04%	0,76%	-26,88%	-13,23%	-11,55%	-3,39%
Chase Flexpar	11,91%	4,80%	-27,64%	-16,75%	-10,43%	-3,76%
Plural	29,58%	17,86%	-22,16%	-10,39%	-4,76%	-1,96%

Uma assunto interessante é o porquê do hedge dos fundos baseados em contratos futuros não produziram proteções perfeitas. Conforme explica Modest e Sundaresan (1983, p.20), a composição de um fundo pode diferir substancialmente da carteira teórica contida em um índice de ações. Portanto, o contrato futuro do índice nem sempre é um substituto perfeito para propósitos de hedge.

### 2.10.3. Fundos de ações indexados

Outro estímulo aos negócios com futuro de índice de ações foram os fundos de ações indexados. Os fundos indexados empregam uma administração passiva da carteira. Ao invés de serem pesquisadas e selecionadas as ações mais rentáveis, os fundos indexados simplesmente contém um portfolio que reproduz a rentabilidade do índice. Existem evidências para acreditar que os fundos de ações indexados tendam a crescer rapidamente. Testes empíricos mostram que no longo prazo, portfolios diversificados baseados nos índices de ações tendem a apresentar uma rentabilidade superior a dos fundos de ações com administração ativa. Segundo estudo de Oda, Senger e Chara (1998), a média das taxas de retorno de carteiras de ações escolhidas aleatoriamente na Bovespa foi maior que a média da rentabilidade dos fundos de ações considerando o mesmo nível de risco. Além disso, os fundos com administração ativa possuem custos de transação, informação e pesquisa maiores (Edwards et al., 1992, p.215).

A administração de carteiras passivas se torna mais vantajosa através da constituição de um portfolio de renda fixa com contratos futuros de índice do que a compra isolada de quantidades específicas de ações que reproduzam a sua participação no índice de ações. Esta estratégia somente é possível se os CFIA e os próprios índices possuírem retornos positivamente correlacionados. Intuitivamente, supõe-se que o movimento dos preços ou das taxas de retorno<sup>12</sup> dos contratos futuros sejam muito semelhantes aos do ativo-objeto. A comparação das alterações dos preços, taxas e

---

<sup>12</sup> Para o cálculo do coeficiente de correlação das taxas de retorno do Índice Bovespa e de seu contrato

futuro foi utilizada a expressão:  $R_t = \frac{I_{t+1} - I_t}{I_t}$ .

ajustes<sup>13</sup> do contrato futuro de índice Bovespa e do Índice Bovespa podem ser identificados na Tabela 5:

**Tabela 5 - Coeficientes de correlação do Índice Bovespa e seu contrato futuro**

Ano	Preços	Retornos	Ajustes
1994	0,9685	0,8976	0,8835
1995	0,9897	0,9005	0,8985
1996	0,9964	0,9632	0,9631
1997	0,9998	0,9780	0,9996
1998	0,9914	0,9762	0,9759

De acordo com os resultados apresentados pela Tabela 5, o índice Bovespa possui uma alta correlação positiva com o contrato futuro. E esta correlação tem aumentando ao longo do tempo.

Para mostrar a possibilidade de se constituir um fundo indexado, foram compostas diversas carteiras contendo CFIA e títulos públicos tendo por características:

- valor inicial da carteira correspondendo a R\$ 100.000;
- títulos públicos indexados ao CDI;
- número de contratos futuros adquiridos tem por valor de referência o correspondente ao valor presente dos títulos públicos;
- é possível adquirir frações de contratos futuros bem como resgatar ou comprar títulos públicos adicionais a qualquer momento;
- os ajustes diários positivos serão reinvestidos em títulos públicos e os ajustes negativos serão pagos mediante resgates dos mesmos;
- cada carteira terá início a partir do dia útil subsequente ao vencimento do contrato futuro anterior e vencimento no último dia de negociação do contrato futuro em uso.

---

<sup>13</sup> Para o cálculo do coeficiente de correlação dos ajustes do Índice Bovespa e de seu contrato futuro foi utilizada a expressão:  $A_t = I_{t+1} - I_t$ .



A Tabela 6 apresenta os resultados da rentabilidade do índice Bovespa e do fundo indexado comparando-os em diversos períodos.

**Tabela 6 - Rentabilidade comparada do Ibovespa e do Fundo Indexado**

Série	Início	Final	Ibovespa	Fundo
Ago-95	17-Jul-95	15-Ago-95	3.49%	4.14%
Out-95	16-Ago-95	17-Out-95	9.41%	13.16%
Dez-95	18-Out-95	12-Dez-95	-5.13%	-3.40%
Fev-96	13-Dez-95	14-Fev-96	23.36%	23.46%
Abr-96	15-Fev-96	17-Abr-96	-6.41%	-3.32%
Jun-96	18-Abr-96	12-Jun-96	8.18%	9.84%
Ago-96	13-Jun-96	14-Ago-96	12.57%	15.16%
Out-96	15-Ago-96	15-Out-96	6.49%	7.78%
Dez-96	17-Out-96	17-Dez-96	-1.18%	0.72%
Fev-97	18-Dez-96	12-Fev-97	25.47%	25.45%
Abr-97	13-Fev-97	15-Abr-97	8.27%	6.60%
Jun-97	16-Abr-97	17-Jun-97	26.69%	26.48%
Ago-97	18-Jun-97	12-Ago-97	-3.24%	-2.41%
Out-97	13-Ago-97	14-Out-97	8.82%	9.45%
Dez-97	15-Out-97	16-Dez-97	-24.07%	-21.23%
Fev-98	17-Dez-97	17-Fev-98	5.75%	5.56%
Abr-98	18-Fev-98	8-Abr-98	16.00%	16.21%
Jun-98	15-Abr-98	16-Jun-98	-24.81%	-24.34%
Ago-98	17-Jun-98	11-Ago-98	-11.07%	-9.93%
Out-98	12-Ago-98	13-Out-98	-28.18%	-19.00%

Conforme pode ser observado pela Tabela 6, a rentabilidade dos fundos indexados é próxima da rentabilidade do índice Bovespa na maioria das vezes. Nos períodos analisados, a taxa de retorno do fundo indexado é superior ao índice Bovespa em 16 ocasiões. Em apenas quatro períodos, conforme destaque, o IBOVESPA apresentou um retorno superior ao fundo. Isto significa que é mais vantajoso manter um portfólio composto por títulos de renda fixa e contratos futuros do que uma carteira de ações do índice Bovespa. O desempenho superior dos fundos indexados pode ser uma indicação de que os contratos futuros são vendidos por um preço inferior ao preço teórico, resultando

em um benefício para aqueles que os compram. Resta saber se esta diferença tem alguma relação com o prêmio pelo risco.

### 3.

## FORMAÇÃO DE PREÇOS NOS MERCADOS FUTUROS

### 3.1. Importância do Princípio da Arbitragem

Para explicar a dinâmica da formação de preços nos mercados futuros, dois conceitos são fundamentais: o princípio da comparação e o princípio da arbitragem.

Os mercados financeiros simplificam o processo de decisão através de um conceito denominado princípio da comparação (Luenberger, 1998, p.3). Este princípio é simplesmente uma constatação de que as pessoas avaliam um dado investimento comparando-o com outros disponíveis no mercado financeiro. Suponha um investidor que queira aplicar num CDB e a taxa oferecida pelo banco corresponda a 27% ao ano. Antes de tomar uma decisão, o investidor vai comparar esta alternativa com outras semelhantes e de mesmo risco. Se um outro banco oferecer uma taxa de aplicação superior a 27% ao ano, dada a hipótese da racionalidade do investidor, certamente preferirá esta segunda opção à primeira.

A questão da preferência do investidor, por sua vez, está fundamentada no conceito econômico de utilidade. De acordo com Pindyck et al. (1995), “utilidade é o nível de satisfação que uma pessoa obtém ao consumir um bem ou iniciar uma atividade” (p.85). A teoria da utilidade não tem como presunção mensurar satisfação obtida pelos indivíduos. Seu objetivo é dar uma fundamentação teórica sobre a maneira como consumidores e investidores se comportam diante de alternativas. Assim, partindo da validade do princípio da comparação e de que os indivíduos buscarão maximizar sua utilidade é que podemos entender e aceitar claramente a questão da arbitragem.

Conforme Hull (1997, p.96) as oportunidades de arbitragem existem quando um investidor consegue realizar transações simultâneas em dois ou mais mercados de modo a obter um retorno sem risco. Nestas condições, o investidor estará comparando as operações e a utilidade proporcionada, arbitrando o mercado. É tão importante esta questão que Neftci (1996, p.12) observa que todos os modelos desenvolvidos para a avaliação de um derivativo se utilizam do conceito de arbitragem

Em condições de equilíbrio de mercado, não deve haver oportunidades de arbitragem (Van Horne, 1996). Se houver possibilidades de arbitragem e os agentes econômicos tiverem acesso às informações existentes no mercado, certamente tomarão decisões para se aproveitar de tais circunstâncias. Neste caso, haverá excesso de demanda pelo ativo que estiver com o preço subavaliado e muita oferta pelo ativo com valor superestimado até que o equilíbrio de mercado se estabeleça. Portanto, existe um preço que equilibra a demanda e oferta de ativos, derivativos, e demais instrumentos financeiros que devem estar atrelados às taxas de juros praticadas pelo mercado, particularmente em relação a taxa de juros livre de risco da economia em observação. O princípio da arbitragem é fundamental para se poder compreender a maneira como o mercado atinge o equilíbrio e é intensamente utilizado para a avaliação de derivativos.

### **3.2. Formalização do Princípio da Arbitragem**

Um dos conceitos mais utilizados na formação de preços de ativos financeiros é o princípio da arbitragem<sup>14</sup> ou Lei do Preço Único. De acordo com este princípio, nos mercados competitivos e em equilíbrio, se dois ativos são equivalentes eles tendem a ter o mesmo preço (Bodie & Merton, 1988, p.160). Para o caso dos preços de contratos derivativos, este princípio sugere que existe uma relação entre o preço do ativo-objeto e o preço do derivativo obtida pela construção de uma carteira que sintetize a variação dos preços do derivativo.

Embora o conceito seja muito utilizado por vários autores como Arditti (1996), Baxter e Rennie (1998), Bodie e Merton (1998), Briys et al. (1998), Edwards e Ma (1992), Hull (1997) e Neftci (1996) não é comum encontrar sua formalização. Um dos autores que apresentaram a formalização matemática deste princípio foi Varian (1987). O princípio da arbitragem parte de algumas suposições:

- a) os indivíduos se importam com sua riqueza para cada estado da natureza;
- b) preferem mais riqueza a menos para cada estado;

---

<sup>14</sup> O Princípio da Arbitragem é conhecido como Lei do Preço Único ou como Condição de não-arbitragem. As três expressões são utilizadas na literatura em finanças e economia.

- c) as pessoas são racionais e buscam a maximização da riqueza;
- d) é possível construir um portfólio que sintetize o resultado equivalente ao de um ativo qualquer.

Considere um mercado com  $n$  ativos disponíveis para negociação e que na data  $t = 0$  tenha um vetor de preços conhecidos dado por:

$$\mathbf{P} = [p_1^0 \quad p_2^0 \quad \cdots \quad p_n^0] \quad \{\text{eq. 3.1}\}$$

Supondo que os preços dos ativos possam assumir valores aleatórios em uma data futura  $t = T$  segundo diferentes estados  $s$  da natureza:

$$s = 1, 2, \dots, m$$

Então, os possíveis resultados das operações de compra e venda dos ativos nas datas  $t = 0$  e  $t = T$  serão dadas pela matriz de resultados  $\mathbf{R}$  :

$$\mathbf{R}_{m \times n} = \begin{bmatrix} r_{11} & \cdots & \cdots & r_{1n} \\ r_{21} & \ddots & & r_{2n} \\ \vdots & & \ddots & \vdots \\ r_{m1} & \cdots & \cdots & r_{mn} \end{bmatrix} \quad \{\text{eq. 3.2}\}$$

Sendo que na matriz de resultados  $\mathbf{R}_{m \times n}$ , cada coluna representa os possíveis resultados proporcionados por um ativo para os diferentes estados da natureza. E cada elemento  $r_{sj}$  da matriz corresponde ao resultado, lucro ou prejuízo, do ativo  $j$  dado que o estado  $s$  tenha ocorrido:

$$r_{sj} = p_{sj}^T - p_j^0 \quad \{\text{eq. 3.3}\}$$

$p_{sj}^T$ : preço do ativo  $j$  na data  $T$  dado que o estado  $s$  tenha ocorrido;

$p_j^0$ : preço do ativo  $j$  na data  $0$ .

Sejam  $x_j$ , para  $j = 1, 2, \dots, n$ , as quantidades compradas ou vendidas dos  $n$  ativos em questão que podemos indicar de forma vetorial pela expressão:

$$\mathbf{X} = \begin{bmatrix} x_1 \\ x_1 \\ \vdots \\ x_n \end{bmatrix} \text{ ou } \mathbf{X}^T = [x_1 \quad x_2 \quad \cdots \quad x_n] \text{ \{eq. 3.4\}}$$

$\mathbf{X}^T$ : vetor transposto de sinalização de compra ou venda do ativo k.

O resultado obtido pelo indivíduo por manter uma carteira destes ativos dado que estado  $s$  tenha ocorrido pode ser expresso como:

$$w_s = [r_{s1} \quad r_{s1} \quad \cdots \quad r_{sn}] \cdot \begin{bmatrix} x_1 \\ x_1 \\ \vdots \\ x_n \end{bmatrix} \text{ ou } w_s = \sum_{j=1}^n x_j r_{s,j} \text{ \{eq. 3.5\}}$$

No evento  $s$ , a riqueza  $w_s$  proporcionada pela carteira é a soma dos resultados financeiros provenientes da compra ou venda de cada ativo  $j$ , para  $j = 1, 2, \dots, n$ . Em cada estado  $s$ , existe uma riqueza  $w_s$  associada. Portanto, pode-se dizer que a variável  $w$  segue uma certa distribuição de probabilidade. Existe um vetor  $\mathbf{W}$  representando o resultado final da carteira para cada estado  $s$  da natureza:

$$\mathbf{W} = \begin{bmatrix} w_1 \\ \vdots \\ w_m \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} r_{11} & \cdots & \cdots & r_{1n} \\ r_{21} & \ddots & & r_{2n} \\ \vdots & & \ddots & \vdots \\ r_{m1} & \cdots & \cdots & r_{mn} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} x_1 \\ x_1 \\ \vdots \\ x_n \end{bmatrix} = \mathbf{R} \mathbf{X} \text{ \{eq. 3.6\}}$$

Ao escolher a composição da carteira, o investidor tem por restrição a sua riqueza inicial e os preços dos ativos que estão sendo negociados. Desta forma, seja qual for a composição que escolher, seu portfolio deverá custar:

$$\mathbf{P} \cdot \mathbf{X} = \sum_{j=1}^n p_j^0 x_j \text{ \{eq. 3.7\}}, \text{ sendo}$$

$$\mathbf{P} = [p_1^0 \quad p_2^0 \quad \cdots \quad p_n^0];$$

$p_j^0$ : preço de cada ativo  $j$  na data zero;

$x_j$ : valor 1 ou -1 indicando a posição comprada ou vendida no ativo.

A questão principal é se existe alguma maneira de se determinar os preços para cada ativo  $j$ . Uma alternativa de descobrir os preços é achar um portfolio equivalente que proporcione o mesmo resultado financeiro. Dadas as suposições iniciais, ambos os portfolios deverão ter o mesmo valor.

Desta forma, se existir uma carteira com ativos quaisquer cujos resultados sejam exatamente iguais aos do portfolio  $RX$ , ambos deverão ter o mesmo preço inicial. Neste ponto, Varian (1987, p.58) faz uso do conceito dos ativos Arrow-Debreu. Trata-se de um ativo particular e hipotético que resulta em \$1 se ocorrer o estado  $s$  da natureza ou paga 0 para as demais condições.

Portanto, seguindo o exemplo acima, dado que existem  $m$  diferentes estados da natureza, somente para um estado particular o ativo Arrow-Debreu (AD) resultará em um prêmio de \$1. Seja  $\pi_s$  o preço do ativo de AD que paga \$1 se o evento  $s$  ocorrer, é fácil perceber que:

$$\sum_{s=1}^m \pi_s = 1 \text{ \{eq. 3.8\}}$$

Se a soma dos preços dos ativos de AD for diferente de \$1 ou qualquer dos ativos possuir um preço negativo, de acordo com Varian (1987, p.59) é possível efetuar arbitragem pela compra ou venda dos ativos de modo a obter um lucro sem risco.

De acordo com Varian, o preço de equilíbrio do ativo pode ser expresso como:

$$p_j = \sum_{s=1}^m \pi_s r_{s,j} \text{ \{eq. 3.9\}}$$

Portanto, o preço de um ativo  $j$  cujo resultado financeiro depende do evento aleatório  $s$  pode ser expresso como a soma dos produtos de cada resultado pelo preço de um ativo Arrow-Debreu. É interessante notar que se fosse substituído o termo  $\pi_s$  pela probabilidade de ocorrência do evento, o preço do ativo seria a esperança da variável aleatória  $r_{k,j}$ .

Um aspecto que Varian reluta explicar é o significado econômico do termo  $\pi_s$ . Para o autor, trata-se do preço de \$1 no estado  $s$  ou o preço de um ativo Arrow-Debreu que evitaria a possibilidade de efetuar ganhos de arbitragem. Um fato que deve ser

ressaltado é que o desenvolvimento do raciocínio para a demonstração do teorema não faz referência à probabilidade. Os preços  $p_j$  dos ativos são aleatórios e devem ter alguma relação com a probabilidade de ocorrência de cada estado da natureza.

Para que não ocorra a possibilidade de arbitragem, é preciso que não existam ganhos extraordinários ou *free lunch*<sup>15</sup> como se costuma dizer em finanças. Isto é, se a matriz de resultados  $W$  for não negativa ou a carteira sempre apresentar um valor maior igual a zero significa que seu custo também deverá ser maior ou igual a zero:

$$\text{Se } \underset{m \times 1}{W} = \underset{m \times n}{R} \cdot \underset{n \times 1}{X} \geq 0, \text{ então } \underset{1 \times n}{P} \cdot \underset{n \times 1}{X} \geq 0 \text{ \{eq. 3.10\}}$$

Outra condição é que deve existir um vetor  $p$  que contenha preços dos ativos de Arrow-Debreu não-negativos  $(\pi_1, \pi_2, \pi_3, \pi_4, \dots, \pi_m)$  para que o preço do ativo  $p_j$  possa ser expresso em função deste vetor.

### 3.2.1. Aplicação do Princípio da Arbitragem: aposta em final de Copa do Mundo

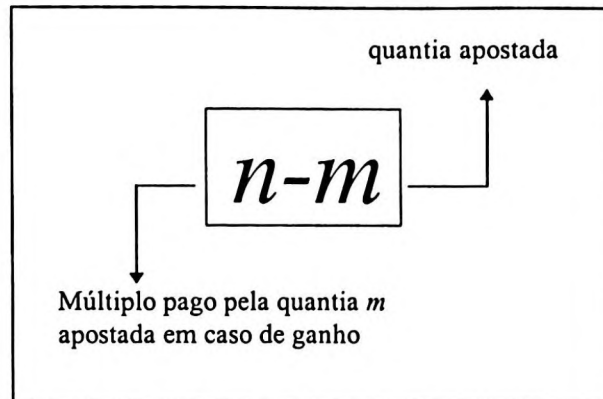
Considere uma aposta na final da Copa do Mundo em que existe a possibilidade de se apostar em um ou dois times simultaneamente. Neste tipo de aposta, costuma-se pagar um prêmio que é inversamente proporcional à probabilidade do time apostado vencer. As apostas no time favorito para a final, por ter maior chance de ganhar, pagam menos dos que as apostas sobre o outro finalista. Os prêmios das apostas são expressos sob a forma de *odds*:

---

<sup>15</sup> Tradução: almoço grátis.



**Figura 10 - Estrutura de odds**



Conforme explica Baxter e Rennie (1998, p.2), um *odd* mostra ao apostador que em caso de vitória, este receberá  $n$  vezes o valor  $\$m$  em jogo mais a quantia  $\$m$  apostada. Por outro lado, em caso de perda, o apostador perde a quantia depositada. Além disso, a partir dos números apresentados em um *odd*, é possível obter a probabilidade implícita de vitória para o caso de um jogo justo:

$$p(\text{vitória}) = \frac{m}{m+n} \text{ \{eq. 3.11\}}$$

A partir da idéia da aposta e da maneira como pode ser expressa a probabilidade de um evento favorável, é possível dar uma interpretação para o preço  $\pi_s$  do ativo de Arrow-Debreu. Conforme visto, um ativo de Arrow-Debreu vale  $\pi_s$  e pode resultar em um *payoff* de 1 ou 0. Nestas condições, temos:

**Quadro 3 - Resultados de um ativo Arrow-Debreu**

Evento	Valor do ativo	Payoff	Lucro
favorável	$\pi_s$	1	$1 - \pi_s$
desfavorável	$\pi_s$	0	$-\pi_s$

O ativo de Arrow-Debreu seria então um *odd* com os termos  $n$  e  $m$  iguais, respectivamente, a  $(1 - \pi_s)$  e  $\pi_s$ . Desta forma, a probabilidade de um evento favorável  $s$  pode ser expressa por:

$$p(s) = \frac{\pi_s}{\pi_s + (1 - \pi_s)} = \pi_s \text{ \{eq. 3.12\}}$$

Supondo dois finalistas, Brasil e França, para a Copa do Mundo com possibilidades desiguais de vencer o jogo. De acordo com as cotações ou odds para a partida, o Brasil é favorito e, portanto, corresponde a um prêmio menor para as apostas que o indicam como vencedor. Numa situação de equilíbrio em que as expectativas do público e dos *bookmakers* fossem iguais, não haveria oportunidades de ganhar dinheiro sem risco. Contudo, a existência de odds diferentes entre um *bookmaker* e outro possibilita a efetuação da arbitragem. De acordo com a Tabela 7, dois *bookmakers* pagam prêmios diferentes para as apostas:

**Tabela 7 - Odds para a final da copa**

Bookmaker	Odd França	Odd Brasil
1	4 - 1	1 - 4
2	3 - 1	1 - 3

Pela Tabela 7, em caso de vitória da França, o *bookmaker* nº 1 paga \$4 para cada \$1 apostado além de devolver o valor da aposta. Para o mesmo evento, o *bookmaker* nº 2 paga \$3 por \$1. Supondo que o Brasil vença o jogo, o *bookmaker* nº 1 paga \$0,25 para cada \$1 apostado enquanto o nº 2 paga \$1/3 para cada \$1.

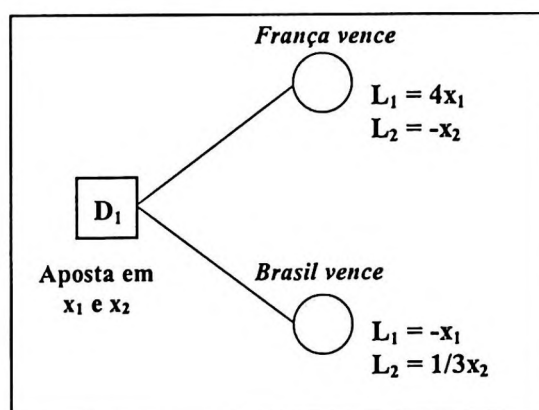
Os valores apresentados nos odds sugerem as probabilidades implícitas por cada um dos *bookmakers* sobre a vitória de cada um dos times. Para o primeiro, a chance de vitória da França é 20% enquanto o segundo aponta uma probabilidade de 25%. Quanto às chances do Brasil vencer, o *bookmaker* nº 1 aposta numa probabilidade de 80% enquanto o nº 2 acredita em 75%. Desta maneira, seria oportuno para um jogador apostar  $x_1$  na França com o *bookmaker* 1 e  $x_2$  no Brasil com o *bookmaker* 2 conforme a Tabela 8:

**Tabela 8 - Apostas e eventos**

Bookmaker	Evento	Valor da Aposta
1	França (vence)	$x_1$
2	Brasil (vence)	$x_2$

Observe que para qualquer um dos eventos, o jogador sempre vai obter um resultado positivo numa aposta e perder na outra. A questão principal é saber se existe uma proporção entre as quantidades  $x_1$  e  $x_2$  de apostas que igualam os resultados em qualquer um dos eventos para trazer um lucro ao jogador. É possível desenhar uma árvore de decisões para a aposta em questão:

**Figura 11 - Árvore de decisões para a aposta**



A Figura 11 mostra que cada um dos eventos resultam dois resultados provenientes das duas apostas realizadas. Somando os lucros obtidos em cada um dos estados da natureza e igualando-os, tem-se que:

$$4x_1 - x_2 = -x_1 + \frac{1}{3}x_2 \Rightarrow 5x_1 = \frac{4}{3}x_2 \text{ \{eq. 3.13\}}$$

Esta é a proporção que deve ser apostada com cada um dos *bookmakers*. Supondo uma restrição orçamentária igual a \$100, pode-se observar os resultados obtidos nas apostas para cada um dos eventos possíveis:

**Tabela 9 - Resultados para a aposta no vencedor da Copa**

Evento	Bookmaker	Lucro	Total
Brasil vence	1	-21,06	5,26
	2	26,32	
França vence	1	84,21	5,26
	2	-78,95	

Dados os valores e proporções das apostas em cada um dos bookmakers, o jogador sempre obterá um resultado positivo seja qual for o evento. Este fenômeno em Finanças é denominado arbitragem. Quando um investidor puder obter resultados positivos sem correr riscos estará efetuando uma arbitragem. Observe que a arbitragem somente foi possível porque existe um desequilíbrio nos *odds* dos bookmakers. Se os investidores tiverem acesso à informação e buscassem a maximização da riqueza, haveria uma demanda excedente por apostas nos bookmakers 1 e 2 de modo que os prêmios deveriam se equilibrar.

Fazendo uma analogia com o mercado financeiro, é como se existisse uma diferença de preços para um mesmo ativo, permitindo ao investidor comprar e vender simultaneamente tal ativo e obter um lucro sem correr riscos.

### **3.3. Formação de preços nos mercados a termo por arbitragem.**

A aplicação do princípio da arbitragem para a avaliação de preços a termo se baseia na construção de uma carteira cujo resultado financeiro seja equivalente ao do contrato a termo. Existem diversas formas de constituir este portfólio e todos chegam ao mesmo resultado se partirem das mesmas premissas. O Quadro 4 apresenta algumas estratégias que podem ser montadas para descobrir um preço de equilíbrio:

**Quadro 4 - Estratégias com resultados equivalentes**

Alternativas	Carteira 1	Carteira 2
A	- $[f_{t,T}]$	- $[S_t] + [B_t]$
B	+ $[f_{t,T}]$	+ $[S_t] - [B_t]$
C	- $[S_t] + [B_t] + [f_{t,T}]$	0
D	+ $[S_t] - [B_t] - [f_{t,T}]$	0

$[S_t]$ : ativo;

$[B_t]$ : título livre de risco;

$[f_{t,T}]$ : contrato a termo;

sinal (+): posição comprada;

sinal (-): posição vendida a descoberto.

De acordo com a alternativa a do Quadro 4, ficar vendido em um contrato a termo corresponde a manter uma posição vendida a descoberto no ativo e aplicar tais recursos em um títulos livre de risco. Da mesma forma, montar um portfolio descrito pela alternativa C é equivalente a um portfolio nulo. Esta alternativa será utilizada adiante para encontrar um preço do contrato a termo a partir da condição de não arbitragem.

Numa operação a termo, sabe-se que o resultado financeiro no vencimento e ignorando os custos de transação pode ser expresso como:

$$R_T = S_T - f_{t,T} \text{ \{eq. 3.14\}}$$

$R_T$ : resultado em T para um investidor comprado no mercado a termo;

$-R_T$ : resultado em T para um investidor vendido no mercado a termo;

$S_T$ : preço do ativo-objeto no vencimento (T);

$f_{t,T}$ : preço do contrato a termo no instante t para vencimento na data T.

Supondo um investidor que tenha vendido o ativo a descoberto, aplicado o recurso em um título livre de risco cuja taxa de retorno seja r e comprado um contrato a termo  $f_{t,T}$ , temos:

**Quadro 5 - Estratégia de arbitragem no mercado a termo**

Eventos	Fluxo de caixa em t	Fluxo de caixa em T
Venda do ativo a descoberto	+ $S_t$	- $S_T$
Aplicação dos recursos em um título sem risco	- $S_t$	+ $S_t \cdot (1 + r_{t,T})$
Compra de um contrato a termo	0	$S_T - f_{t,T}$
Resultado	0	0

O Quadro 5 parte das hipóteses descritas abaixo:

- não existem custos de transação ou informação para a compra ou venda de contratos a termo ou para o ativo-objeto;
- não existem restrições para tomar ou emprestar dinheiro;
- as captações e empréstimos são feitas às mesmas taxas de juros;
- não há risco de crédito na compra ou venda de contratos a termo ou do ativo-objeto;
- o ativo pode ser estocado eternamente sem que suas características sejam alteradas (qualidade, por exemplo).
- não há incidência de impostos.

De acordo com o Princípio da Arbitragem, o resultado financeiro deve ser nulo nos dois períodos, caso contrário, um investidor poderia obter ganho sem correr riscos. Supondo que os investidores são racionais e todos tenham acesso às informações e ao mercado, os preços tenderiam ao equilíbrio eliminando as oportunidades de arbitragem. Logo, segue que o fluxo na data T seria:

$$-S_T + S_t \cdot (1 + r_{t,T}) + S_T - f_{t,T} = 0 \Rightarrow f_{t,T} = S_t \cdot (1 + r_{t,T}) \text{ \{eq. 3.15\}}$$

A equação {3.14} também é denominada de relação de custo de carregamento (*cost-of-carry relationship*), pois afirma que a relação entre um preço a termo ou preço futuro e o preço à vista é função exclusivamente do prazo ( $T - t$ ) e da taxa livre de risco ( $r$ ). Esta relação acontece quando é possível negociar simultaneamente o ativo-objeto e um contrato futuro ou a termo referenciado neste ativo.

### 3.4. Formação de preços nos mercados futuros por arbitragem.

Considerando o contrato futuro como uma aproximação do contrato a termo e assumindo que o único ajuste que será feito ocorra na data de vencimento, temos:

$$F_{t,T} = S_t \cdot (1 + r_{t,T}) \text{ \{eq. 3.16\}}$$

$F_{t,T}$ : preço do contrato futuro no instante  $t$  para vencimento na data  $T$ ;

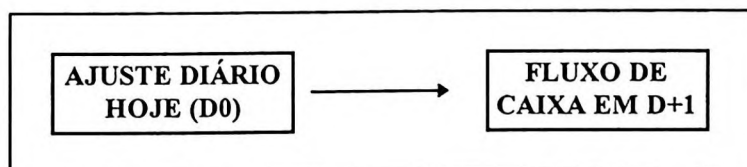
$S_t$ : preço do ativo-objeto na data  $t$ ;

$r_{t,T}$ : taxa livre de risco para o período  $T-t$ .

Um fato interessante diz respeito à utilização do preço futuro como um estimador para o preço à vista  $S_T$  na data de vencimento. Pela expressão 3.13 obtida pelo princípio da arbitragem, significa que o consenso dos participantes do mercado medido pelo contrato futuro indica que o retorno do ativo-objeto será igual a uma taxa livre de risco. Sobre este assunto, Alexander, Sharpe e Bailey (1993, p.784) argumentam que a cotação do futuro não pode diferir muito do preço à vista devido à ação dos arbitadores. Isto faz com que o preço futuro siga uma relação com o índice à vista descrita pelo custo de carregamento e não seja um bom estimador para o ativo-objeto.

Observe que a equação anterior se trata de uma simplificação que facilita a álgebra no cálculo dos preços futuros. Contudo, este tipo de raciocínio desconsidera o efeito dos ajustes diários que ocorrem para os participantes do mercado futuro. Na BM&F, os ajustes diários são liquidados no dia útil posterior a data de ajuste. Portanto, a movimentação financeira decorrente do ajuste diário no mercado futuro é feita em  $D+1$ :

**Figura 12 - Mecânica dos ajustes diários na BM&F**



O valor do ajuste, por sua vez, corresponde à diferença entre o preço de ajuste do contrato futuro e o preço contratado. O preço de ajuste é uma média das cotações futuras em um dado intervalo de tempo próximo<sup>16</sup> ao encerramento do pregão. Em média, os preços de ajuste não diferem muito dos preços de fechamento do contrato futuro. Para cada dia entre a data da operação com contrato futuro e a data de liquidação ocorre um ajuste dado por:

$$AJ_t = (PA_t - PO) * M * n \text{ \{eq. 3.17\}}$$

$AJ_t$ : valor do ajuste na data  $t$ ;

$PA_t$ : preço de ajuste em pontos na data  $t$ ;

$PO$ : preço da operação realizada na data  $t$ ;

$M$ : R\$ por pontos de um contrato futuro;

$n$ : quantidade de contratos negociados.

O valor de ajuste nos mercados futuros de uma posição em aberto, isto é, o investidor não reverteu sua posição e manteve uma quantidade  $n$  comprada ou vendida de contratos pode ser descrita como:

$$AJ_t = (PA_t - PA_{t-1}) * M * n \text{ \{eq. 3.18\}}$$

A partir das equações anteriores e considerando que o ajuste é liquidado no dia seguinte, o resultado financeiro de um participante que tivesse adquirido um contrato futuro na BM&F seria:

$$R_{T+1} = \sum_{t=1}^T AJ_t d_{t+1, T+1} = M \cdot n \sum_{t=1}^T (PA_t - PA_{t-1}) d_{t+1, T+1} \text{ \{eq. 3.19\}}$$

$$d_{t+1, T+1} = \prod_{k=t+1}^{T-1} (1 + r_k) \text{ \{eq. 3.20\}}$$

$d_{t+1, T+1}$ : fator de correção do resultado do ajuste entre a data  $t + 1$  até a data da liquidação do último ajuste ( $T+1$ );

$PA_0$ : preço contratado;

---

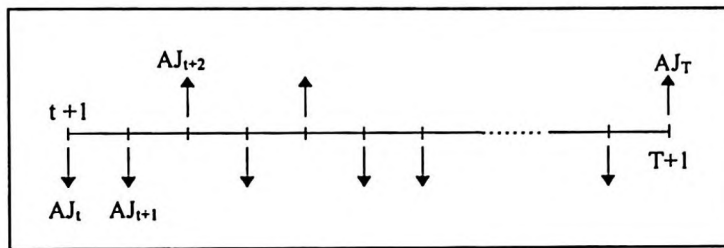
<sup>16</sup> Na BM&F, o preço do ajuste é determinado pela média ponderada das cotações realizada nos últimos 30 minutos do pregão.



$r_k$ : taxa de juros livre de risco na data k.

Observe que a expressão {3.19} representa o resultado de uma operação em mercados futuros, destacando os valores dos ajustes diários a cada dia. Ao contrário dos contratos a termo, nos contratos futuros aparecem diversos desembolsos provenientes destes ajustes que podem ser representados pelo fluxo de caixa da Figura 13:

**Figura 13 - Fluxo de caixa dos ajustes diários**



É interessante notar que o descasamento das datas de apuração e liquidação dos ajustes torna frágil a hipótese que muitos autores assumem sobre o preço no vencimento: a idéia de que o preço do contrato futuro deva ser igual ao preço à vista na data de vencimento. Não é possível comprar o ativo à vista e, simultaneamente, vender o contrato futuro no vencimento sem correr riscos.

Eliminando a restrição da data da liquidação do ajuste e assumindo que esta ocorra no mesmo dia, teremos:

$$R_T = \sum_{t=1}^T AJ_t \cdot d_{t,T} = M \cdot n \sum_{t=1}^T (PA_t - PA_{t-1}) d_{t,T} \text{ \{eq. 3.21\}}$$

Analogamente ao exemplo anterior, considerando o resultado real de uma posição no mercado futuro e estabelecendo uma estratégia de arbitragem semelhante à empregada no mercado a termo, temos:

**Quadro 6 - Estratégia de arbitragem no mercado futuro**

Eventos	Fluxo de caixa em t	Fluxo de caixa em T
Venda do ativo a descoberto	+ S <sub>t</sub>	- S <sub>T</sub>
Aplicação dos recursos em um título sem risco	- S <sub>t</sub>	+ S <sub>t</sub> · d <sub>t,T</sub>
Compra de um contrato futuro	0	R <sub>T</sub>
<b>Resultado</b>	0	0

Apurando o resultado financeiro da operação na data T e igualando-o a zero, pode-se dizer que:

$$-S_T + S_t \cdot d_{t,T} + R_T = 0 \text{ \{eq. 3.22\}}$$

Incorporando a equação 3.21 no termo R<sub>T</sub> em 3.22, isolando o valor do contrato futuro no instante inicial (PO) e assumindo que o valor 1 para M:

$$-S_T + S_t \cdot d_{t,T} + \sum_{i=1}^T (PA_i - PA_{i-1}) d_{i,T} = 0 \Rightarrow$$

$$-S_T + S_t \cdot d_{t,T} + (PA_t - PO) d_{t,T} + \sum_{k=t+1}^T (PA_k - PA_{k-1}) d_{k,T} = 0 \Rightarrow$$

$$PO = S_t - \frac{S_T}{d_{t,T}} + PA_t + \frac{1}{d_{t,T}} \sum_{k=t+1}^T (PA_k - PA_{k-1}) d_{k,T} \text{ \{eq. 3.23\}}$$

É possível perceber pela expressão acima que o preço do contrato futuro no instante inicial é função de diversas variáveis aleatórias. Portanto, nestas condições é impossível ter certeza se o resultado final de uma posição em contratos futuros é capaz de proteger ou não uma posição à vista.

### 3.5. Preço a termo como uma aproximação do preço futuro.

Seria interessante se o valor do contrato futuro pudesse ser expresso tal como o contrato a termo. Jarrow e Oldfield (1981, p.380) afirmam que a diferença básica entre o valor de mercado de um contrato a termo e um contrato futuro decorre das diferenças existentes no fluxo de caixa. Para que um contrato futuro  $F_{t,T}$  iniciado na data  $t$  tenha um resultado financeiro igual ao contrato a termo, basta que os ajustes diários sejam corrigidos por um fator de desconto igual a 1. Isto significa que a taxa de juros que corrige os ajustes é nula. Neste caso, teríamos:

$$R_T = (PA_1 - PA_0) + (PA_2 - PA_1) + \dots + (PA_T - PA_{T-1}) = PA_T - PA_0 \text{ \{eq. 3.24\}}$$

Contudo, em países com taxas de juros altas como o Brasil, desconsiderar o efeitos das taxas sobre a correção dos ajustes diários faz com que os resultados de uma operação com futuros sejam significativamente diferentes da realidade.

Analisando a expressão {3.21} com maior atenção, supondo  $M=1$  e a quantidade de contratos futuros variando com o tempo, temos:

$$R_T = \sum_{t=1}^T AJ_t \cdot d_{t,T} = \sum_{t=1}^T (PA_t - PA_{t-1}) \cdot n_t \cdot d_{t,T} \text{ \{eq. 3.25\}}$$

Expandindo a expressão acima, verifica-se que ela é exatamente igual à equação {3.24} se as quantidades  $n_t$  forem iguais ao inverso de  $d_{t,T}$ :

$$R_T = (PA_1 - PA_0)n_1 \cdot d_{1,T} + (PA_2 - PA_1)n_2 \cdot d_{2,T} + \dots + (PA_T - PA_{T-1})n_T \cdot d_{T,T} \text{ \{eq. 3.26\}}$$

Sobre esta relação, Cox, Ross e Ingersoll (1981, p.324) provaram que uma posição a termo é equivalente a uma posição em mercados futuros reajustada por quantidades correspondentes ao fator de correção dos ajustes diários<sup>17</sup>. Portanto, ao adotar uma estratégia tal como a descrita pelo Quadro 6, porém efetuando ajustes nas quantidades dos contratos futuros e reinvestindo os ajustes diários em títulos livres de

---

<sup>17</sup> Para os contratos futuros de taxas de juros da BM&F, não é preciso efetuar os ajustes de quantidades, pois os preços unitários do contrato futuro são cotados como valores antecipados, incorporando o fator de correção.

risco, chega-se a um resultado semelhante ao contrato a termo. Supondo uma estratégia com quantidades variadas de contrato futuro, seu resultado financeiro pode ser expresso como:

$$-S_T + S_t \cdot d_{t,T} + (PA_T - PO) = 0 \text{ \{eq. 3.27\}}$$

Assumindo que o preço do ajuste no vencimento corresponda ao valor do ativo na data T, o valor do contrato futuro no instante inicial (PO) será:

$$PO = S_t \cdot d_{t,T} = S_t \cdot \prod_{k=t}^{T-1} (1 + r_k) \text{ \{eq. 3.28\}}$$

Neste ponto, é importante fazer uma observação quanto à estratégia acima. A quantidade  $n_{t,T}$  de contratos futuros depende das taxas de juros entre o período da operação e o vencimento. Conforme afirma Black (1976, p.105), esta relação somente é válida se as taxas de juros não forem estocásticas. Desta forma, seria possível determinar a quantidade de contratos a cada instante e efetuar a operação dada pela anterior.

### 3.6. Formação de preços por expectativas.

Outra alternativa para a formação de preços dos contratos futuros parte da idéia da expectativa do preço à vista do ativo-objeto. Trata-se de um preço formado pelas opiniões dos participantes deste mercado sobre qual preço prevalecerá na data futura.

Supondo que o preço à vista de um ativo qualquer esteja cotado por um preço  $S_t$ . Para negociá-lo no mercado futuro, é preciso que os agentes estabeleçam um preço  $\bar{S}_{t,T}$  para entrega futura na data T. Este preço seria originado a partir da distribuição de probabilidade dos possíveis preços do ativo-objeto na data de vencimento do contrato (Duffie, 1989, p.84). Se os participantes possuírem um cenário de queda dos preços no mercado, o preço futuro será inferior ao preço à vista. Por outro lado, quando as informações e opiniões dos participantes indicarem um aumento na demanda pelo ativo, espera-se que o preço formado seja superior ao atual.

Formalmente, a expectativa do preço à vista nada mais é do que a esperança matemática dos possíveis preços. Conforme Edwards e Ma (p.166), o preço  $\bar{S}_{t,T}$  pode ser expresso como:

$$\bar{S}_{t,T} = E[S_T|I_t] = \sum_{i=1}^n \hat{S}_{t,T}^i \cdot p^i \text{ \{eq. 3.29\}}$$

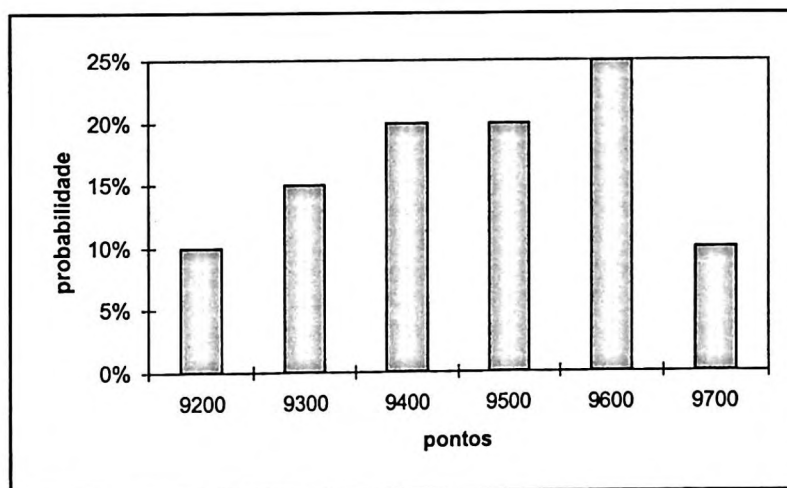
$\bar{S}_{t,T}$  ou  $E[S_T|I_t]$ : expectativa do preço à vista em  $T$ <sup>18</sup>;

$\hat{S}_T^i$ : possível valor do preço à vista na data  $T$ ;

$p^i$ : probabilidade de ocorrência do evento  $i$ .

Supondo um ativo-objeto como o índice Bovespa cujo contrato futuro é negociado na BM&F. Qualquer que seja a cotação deste contrato futuro, os agentes econômicos podem construir uma expectativa do preço à vista a partir de um conjunto de valores possíveis para o vencimento em  $T$  e suas respectivas probabilidades como ilustra a Figura 14:

**Figura 14 - Estimativas do Índice Bovespa**



<sup>18</sup> Para representar a expectativa do preço à vista na data  $T$  serão usadas uma das duas notações. O operador  $E[.|I_t]$  representa a esperança de uma variável aleatória condicionada à informação contida em  $t$ .

De acordo com o cenário acima, o valor com maior probabilidade de ocorrência é o índice atingir 9.600 pontos na data T. Uma análise do valor a partir de sua expectativa, isto é, levando em consideração os valores e probabilidades, sugere que a média do índice seja 9.465 pontos. Evidentemente, não é necessário que o contrato futuro para esta data esteja sendo negociado a 9.465 pontos.

A expectativa dos preços à vista é um conceito muito importante em finanças para compreender um outro conceito: o prêmio pelo risco. A definição de prêmio pelo risco será desenvolvida em outra seção, mas pode-se adiantar que se trata da diferença entre o preço do contrato futuro e a expectativa do preço à vista na data T conforme explica Duffie (1989, p.84):

$$RP_t = \bar{S}_{t,T} - F_{t,T} \text{ \{eq. 3.30\}}$$

$RP_t$ : prêmio pelo risco na data t;

$F_{t,T}$ : valor do contrato futuro em t;

$\bar{S}_{t,T}$ : expectativa do preço à vista em T.

É possível perceber que a variável expectativa do preço à vista não é fácil de ser mensurada. Quando se manipula uma grande quantidade de dados sobre contratos futuros em uma série de tempo, seria necessário obter para cada cotação uma expectativa do preço à vista. E para obter estes dados, por sua vez, dever-se-ia ter em mãos a probabilidade de ocorrência  $p^i$  de cada possível preço à vista do ativo  $\hat{S}_T^i$ . Por se tratar de um dado difícil, senão impossível, é comum encontrar trabalhos como o de Deaves e Krinsky (1995) que partem idéia de expectativas racionais para mensurar um prêmio *ex post*. Desta forma, não seria necessário medir o termo  $\hat{F}_{t,T}$ , pois parte-se da hipótese de que esta estimativa corresponde ao valor do ativo na data T mais um termo aleatório:

$$\bar{S}_{t,T} = S_T + \varepsilon_t \text{ \{eq. 3.31\}}$$

$\bar{S}_{t,T}$ : expectativa do preço à vista em T;

$S_T$ : valor do ativo em T;

$\varepsilon_t$ : termo aleatório.

Contudo, este tipo de abordagem por expectativas racionais possuem uma série de restrições que dificultam a conclusão sobre a existência ou não de um prêmio pelo risco. Estes detalhes serão analisados adiante.

Uma questão que merece atenção é qual preço deve predominar em um certo mercado supondo a existência de preços por expectativas e preços formados por arbitragem. De acordo com Baxter et al. (1998, p.9), a expectativa do preço ou o preço esperado segue a idéia de um jogo que pode ser repetido inúmeras vezes. E de acordo com a Lei dos grandes números, a esperança da variável aleatória de amostras independentes tende em torno da média. Fazendo uma analogia com um jogo de cara ou coroa, se repetirmos este experimento infinitas vezes é possível observar que a probabilidade do evento cara é 50%.

Contudo, no mercado financeiro, a compra de um ativo ou derivativo nem sempre pode ser vista como um aposta que se repete indefinidamente. A cada dia, as apostas se modificam e as probabilidades também. Baxter et al. concluem que a expectativa dos preços é apenas uma sugestão de preço e, portanto, não domina a formação de preços em um mercado. O mecanismo de arbitragem é mais eficaz, pois parte da idéia da construção de portfolios que possibilitam um ganho sem risco. E supondo que os agentes são racionais e querem maximizar sua riqueza, o preço por arbitragem deve dominar a expectativa do preço.

### **3.7. Fenômenos ocorridos com os preços futuros**

Para a maioria dos agentes econômicos, o contrato futuro deveria refletir uma expectativa do preço à vista em uma data futura ou a relação de custo de carregamento. Entretanto, nem sempre o mercado futuro exhibe cotações que expressam esta situação. No mercado brasileiro, por exemplo, às vezes o contrato futuro do Índice Bovespa está inferior ao índice à vista. E em algumas épocas, também é comum verificar que a cotação futura do dólar comercial supera a expectativa que os agentes têm do preço à vista deste ativo.

Este desequilíbrio ou viés existente nos preços dos contratos futuros atraiu a atenção de diversos estudiosos que procuraram dar alguma justificativa para este

fenômeno. Se os mercados futuros apresentam cotações que estão acima ou abaixo da expectativa dos preços seria algum indício de ineficiência? Ou existe algum fator adicional à formação dos preços que não estaria sendo levado em consideração?

O primeiro autor que deu uma explicação para esta situação foi Keynes (1934) no livro *Treatise on Money*. De acordo com Keynes existem dois fenômenos que caracterizam a formação de preços dos contratos futuros. São eles o *normal backwardation* e o *contango*. De uma maneira simplificada, o *normal backwardation* e o *contango* poderiam ser definidos como um viés nos preços dos contratos futuros em decorrência de um **prêmio pelo risco**, que é exigido pelos especuladores por proverem a proteção desejada pelos *hedgers*.

A obra de Keynes, *Treatise on Money* (1934), é pouco precisa na definição dos conceitos do *normal backwardation* e não apresenta testes ou evidências que comprovem esta teoria. Na verdade, trata-se de uma explicação breve sobre um fenômeno específico que possui importância secundária em seu livro. Contudo, o crescimento e a importância dos mercados futuros despertaram a atenção de acadêmicos para esta teoria. Desde então, surgiram diversos testes empíricos sobre contratos futuros de mercadorias, ativos financeiros, metais e índices de bolsas para verificar se a teoria de Keynes estava correta.

### **3.7.1. Normal Backwardation**

Conforme afirma Duffie (1989, p.98), o sentido do termo *normal backwardation* ainda causa confusão quando empregado em finanças. Boa parte desta confusão se deve a imprecisão com que a palavra foi utilizada na obra de Keynes e as diferentes interpretações que seguiram. De acordo com Edwards et al. (1992) a palavra *normal backwardation* em mercados futuros possui mais de um significado. O Quadro 7 apresenta algumas variações do significado que foram empregados pelos autores com o passar do tempo:



**Quadro 7 - Significados do Normal Backwardation**

Sentido do termo	Autores que utilizaram
Preço futuro inferior ao preço à vista <sup>19</sup>	Keynes (1934), Hicks (1939) e Teixeira (1992)
Preço futuro inferior à expectativa do preço à vista	Telser (1958), Chang (1985), Duffie (1989), Bessembider (1993), Cooper (1993), Hull (1995), Krehbiel et al. (1996), Chatrath et al. (1997), Chance (1998) e Luenberger (1998)
Preço futuro cresce com o tempo	Gray (1961), Cootner (1960) e Deaves (1995).
Preço futuro inferior ao preço teórico (arbitragem / <i>cost-of-carry</i> )	Bhatt et al. (1990) e Edwards (1992)

Keynes utilizou o termo *backwardation* para expressar um fenômeno que ocorre com os preços futuros de uma certa mercadoria quando há uma escassez do produto. Esta situação foi descrita em um contexto em que o ativo-objeto é um produto agrícola estocável. Nestas condições, um problema de oferta do ativo que não pode ser resolvido a curto prazo pode fazer com que o preço à vista seja superior ao preço do contrato futuro:

$$S_t > F_{t,T} \text{ para } T > t$$

$S_t$ : preço à vista na data  $t$ ;

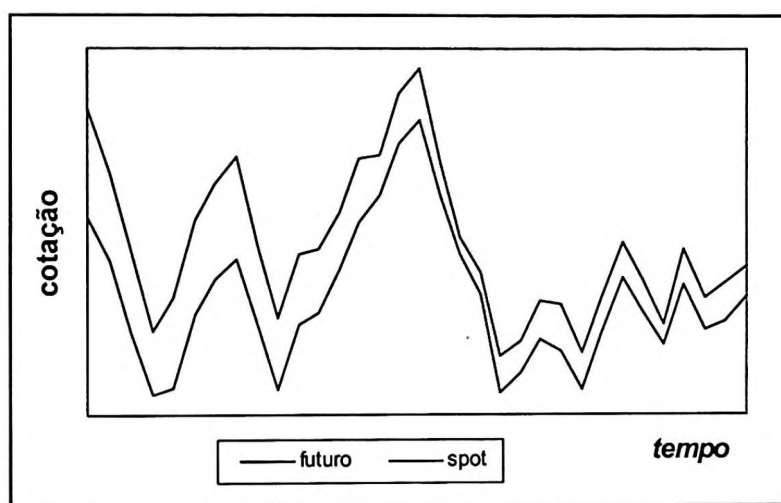
$F_{t,T}$ : preço do contrato futuro em  $t$ .

---

<sup>19</sup> Sutcliffe (1993, p.164) faz uma distinção interessante entre *backwardation* e *normal backwardation*. De acordo com o autor, *backwardation* é a diferença entre o preço spot e o preço futuro  $S_t - F_{t,T}$ . Já o termo *normal backwardation* corresponde à diferença entre a expectativa do preço à vista e o preço futuro:  $\hat{S}_{t,T} - F_{t,T}$ . Para o autor, a confusão não foi produzida por Keynes, mas pelos outros autores que o interpretaram de maneira errônea. Duffie (1989, p.102) afirma que o termo *backwardation* se refere às duas situações. Enquanto a primeira definição predominava entre os teóricos mais antigos, a segunda definição é a forma moderna como é utilizada.

Esta situação também é denominada de **mercado invertido** e ocorre quando uma escassez do ativo subjacente aliado à demanda pelo mesmo para liquidar contratos futuros pode fazer com que os preços à vista fiquem maiores que as cotações futuras. Teixeira (1993, p.50) afirma que este tipo de fenômeno é mais comum quando se negocia mercadorias perecíveis. A falta momentânea de estoques destes bens e a expectativa de uma oferta maior no futuro resultam na formação de cotações futuras negociadas com desconto em relação ao preço à vista. A Figura 15 ilustra esta inversão:

**Figura 15 - Mercado invertido: preço à vista vs. preço futuro**



Keynes foi o primeiro a apresentar uma explicação para o fenômeno da inversão (*backwardation*) de mercado em condições de equilíbrio. Segundo Keynes (1934):

*não é necessário que haja uma escassez anormal para que ocorra o backwardation. Se a oferta e demanda estiver equilibrada, o preço à vista deve exceder o preço a termo pela quantia que o produtor estiver disposto a sacrificar para se proteger, isto é, evitar o risco de flutuações de preço durante o período de produção (p.142).*

Por se tratar de uma situação normal o fato dos hedgers pagarem um prêmio pelo risco, a teoria ficou conhecida como **Teoria Keynesiana do Normal Backwardation** (Teweles et al., 1987).

Contudo, trata-se de uma situação que não pode perdurar, pois inviabilizaria a atividade produtiva. Conforme pondera Duffie (1989, p.100), se os preços à vista são maiores que as cotações do futuro, ao considerar os custos de estocagem e juros esta

diferença seria ainda maior. E pelo princípio da arbitragem, os preços deveriam convergir ao equilíbrio até que o fenômeno do *backwardation* fosse eliminado. Edwards et al. (1992), pondera que a escassez do ativo-objeto é o obstáculo mais provável para esta arbitragem. Se a falta da mercadoria persistir, aqueles que a possuem não estarão dispostos a emprestar ou vender, pois estarão mais preocupados em garantir o fornecimento do bem ou utilizá-lo na produção.

A segunda interpretação para o termo *normal backwardation* também aparece na obra de Keynes e é a mais utilizada na economia e finanças. De acordo com o autor, o *normal backwardation* seria a situação em que a **expectativa do preço à vista** na data T supera o valor do contrato futuro:

$$\bar{S}_{t,T} > F_{t,T} \text{ para } T > t$$

$\bar{S}_{t,T}$ : expectativa em t do preço à vista no vencimento;

$F_{t,T}$ : preço do contrato futuro em t.

De acordo com Keynes, a diferença positiva a favor da expectativa do preço à vista seria um prêmio pelo risco que os hedgers pagariam aos especuladores. Conforme observa Teweles et al. (1987, p.110) a teoria do normal backwardation supõe a existência de três condições básicas:

- os especuladores estão comprados no mercado futuro (*net long*) e os hedgers estão vendidos;
- os especuladores têm aversão ao risco e exigem um retorno positivo para permanecerem no mercado;
- os especuladores são incapazes de fazerem previsões de preços ou não possuem uma habilidade superior que os demais participantes ao estimarem preços futuros.

Na expressão anterior, é possível observar que para cada instante t os agentes possuem uma expectativa em relação ao preço à vista na data T. Portanto, para testar o *normal backwardation* seria necessário levar em consideração a expectativa do preço em cada instante. Contudo, a variável expectativa do preço à vista não é observável diretamente (Sutcliffe, 1993, p.164). Para tornar viável a identificação do fenômeno em

estudos empíricos, muitos autores partem da idéia de expectativas racionais. Logo, a média das expectativas do preço à vista convergiriam para o preço à vista na data T. Desta forma<sup>20</sup>, tem-se:

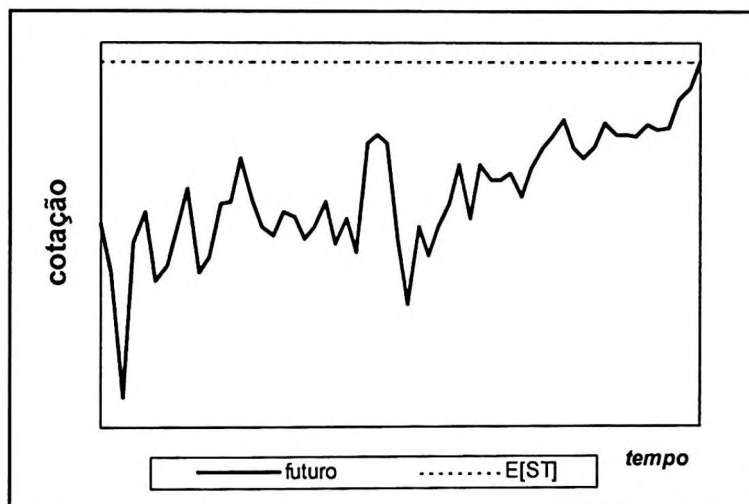
$$E[F_{t,T}] = E[S_T] - E[RP_t] \text{ \{eq. 3.32\}}$$

$E[F_{t,T}]$ : média do contrato futuro;

$E[S_T]$ : média do preço da expectativa do preço à vista;

$E[RP_t]$ : média do prêmio pelo risco em t.

**Figura 16 - Normal Backwardation: expectativa do preço à vista vs. preço futuro**



A terceira interpretação dada ao *normal backwardation* é uma consequência da Figura 16. Conforme pondera Telser (1958, p.243), o *normal backwardation* é a situação em que expectativa do preço à vista excede o preço do contrato futuro. O fato do preço futuro crescer com o tempo é uma implicação desta teoria. Se os preços futuros estão abaixo da expectativa do preço à vista e, na média, esta expectativa coincide com o preço real do ativo no vencimento, então espera-se que os preços dos contratos futuros cresçam à medida que o vencimento se aproxima:

---

<sup>20</sup> Observe que a expressão mede o resultado financeiro de uma operação futura ou prêmio *ex-post*.

$$E[F_{t+k,T}] > E[F_{t,T}] \text{ para } k > 0$$

$E[F_{t+k,T}]$ : média do preço futuro na data  $t+k$ ;

$E[F_{t,T}]$ : média do preço futuro na data  $t$ .

Pela expressão anterior, é possível perceber que na média os indivíduos que mantêm uma posição comprada em mercados futuros teriam um resultado positivo. Este lucro estaria relacionado à existência do prêmio pelo risco.

Uma interpretação adicional ao *normal backwardation* e que demonstra mais consistência sob os aspectos teórico e empírico diz respeito ao parâmetro utilizado para comparar o preço futuro. De acordo com Edwards et al. (1992, p.87), o *normal backwardation* também pode ser entendido como a situação em que os preços futuros não se adaptam à regra de custo de carregamento. Mais precisamente, as cotações dos contratos futuros são consistentemente menores que aquelas previstas pela relação de custo de carregamento:

$$\bar{F}_{t,T} > F_{t,T}$$

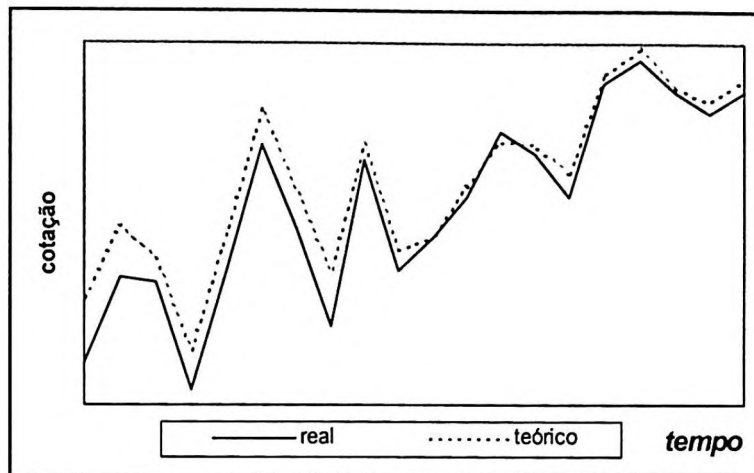
$\bar{F}_{t,T}$ : preço teórico do contrato futuro em  $t$ ;

$F_{t,T}$ : preço real do contrato futuro em  $t$ .

Se os preços futuros forem determinados pelo princípio da arbitragem, então faz mais sentido que o prêmio pelo risco seja definido como o diferencial entre o preço futuro e o preço teórico. É importante ressaltar que o prêmio é uma variável *ex-ante* por natureza e requer um modelo de formação de preços para ser determinado. Considerando o conceito de prêmio, seria mais adequado mensurá-lo a partir o preço teórico do que pela expectativa do preço à vista. Além disso, o preço teórico pode ser mensurado a qualquer instante de tempo desde que sejam conhecidas as variáveis que o determinam, enquanto a expectativa do preço à vista não pode ser determinada facilmente.

A Figura 17 ilustra uma série de tempo contendo os preços teóricos e reais de um contrato futuro. O diferencial entre os valores é bem inferior ao obtido pela comparação entre o preço futuro e a expectativa do preço em  $T$ , pois não existe um erro de previsão por hipótese:

**Figura 17 - Normal Backwardation: preço futuro vs. preço teórico**



Neste trabalho, para testar a hipótese de existência de um prêmio nos contratos futuros será utilizada a abordagem acima.

### 3.7.2. Contango

O *contango* é o fenômeno oposto ao *normal backwardation*. Quando os preços do contrato futuro são superiores às expectativas de preço à vista na data de vencimento, diz-se que os preços dos contratos futuros seguem uma situação denominada *contango*. A diferença dos preços pode ser representada pela equação:

$$RP_t = F_{t,T} - \bar{S}_{t,T} \text{ \{eq. 3.33\}}$$

$RP_t$ : prêmio pelo risco na data  $t$ ;

$F_{t,T}$ : valor do contrato futuro em  $t$ ;

$\bar{S}_{t,T}$ : expectativa do preço à vista em  $T$ .

As cotações do contrato futuro ficam superiores à expectativa do preço à vista em virtude da relação existente entre *hedgers* e especuladores. Nesta situação inversa ao do *normal backwardation*, os *hedgers* possuem alguma dívida ou obrigação indexada ao preço do ativo-objeto e gostariam de se proteger contra uma alta dos preços. Ao negociarem contratos nos mercados futuros, os *hedgers* precisam comprar contratos referenciados no ativo que estão sendo ofertados em um certo momento.

Os especuladores estarão dispostos a vender contratos futuros com a esperança de obter um retorno positivo. Desta forma, os especuladores tenderão a ofertar contratos por um preço superior à expectativa do preço à vista, forçando as cotações para cima. De forma análoga, se os preços futuros estiverem acima da expectativa dos preços, o prêmio será positivo beneficiando o vendedor do contrato futuro. Se os preços futuros estiverem acima da expectativa do preço à vista e, na média, esta expectativa coincide com o preço real do ativo no vencimento, então espera-se que o preços dos contratos futuros diminuam à medida que o vencimento se aproxima:

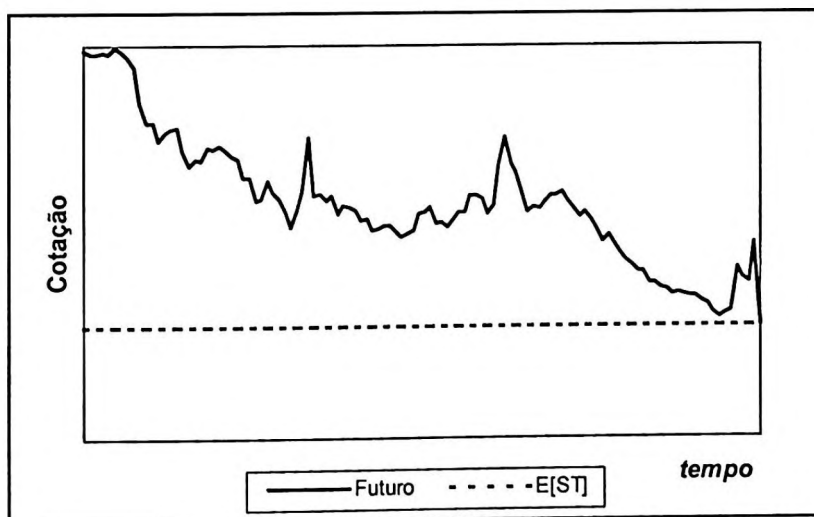
$$E[F_{t+k,T}] < E[F_{t,T}] \text{ para } k > 0$$

$E[F_{t+k,T}]$ : média do preço futuro na data  $t+k$ ;

$E[F_{t,T}]$ : média do preço futuro na data  $t$ .

O comportamento dos preços nesta nova situação pode ser reproduzido graficamente:

**Figura 18 - Contango: preço futuro vs. expectativa do preço à vista**



Assim como o fenômeno do normal backwardation está relacionado à formação de preços de algumas mercadorias agrícolas, é comum encontrarmos referências do contango sobre o mercado futuro de dólar comercial na BM&F. Conforme artigo divulgado no jornal Estado de São Paulo em 01/03/98:

*Antes de outubro de 1997, os reajustes cambiais no mercado futuro [de dólar] estavam cotados em torno de 0,75% ao mês, com um prêmio sobre o valor de 0,60% ao mês (que é a taxa média de reajuste da banda cambial) de 0,15%, aproximadamente. Em outubro esse prêmio escalou para o intervalo entre 0,9% e 1,0% ao mês (com as cotações máximas chegando a valores como 1,5% ou 1,6% ao mês).*

Pela notícia publicada, antes da crise asiática em outubro as cotações futuras de dólar comercial apresentavam preços superiores ao ativo-objeto com um custo de carregamento em torno de 0,75% ao mês. Como a expectativa de valorização da moeda americana era de 0,60% ao mês, o diferencial entre a cotação futura e a expectativa dos agentes foi interpretada como um prêmio. E este prêmio cresceu para um valor maior após a crise que, na opinião do jornal, pode ser relacionado ao risco do país conforme outro trecho do artigo:

*Em outubro de 1997 cresceu tanto o risco Brasil quanto o risco de câmbio. (...) Já o crescimento do risco de câmbio conduziu a uma elevação na demanda por hedge cambial e aparece, por exemplo, nas cotações do mercado futuro de câmbio.*

### **3.8. Oferta e demanda por contratos futuros: formação do prêmio pelo risco em equilíbrio**

Uma das críticas feitas à teoria do normal backwardation é que suas hipóteses são restritivas e não abrange situações que são comuns no mercado futuro. Uma das hipóteses da teoria diz que os *hedgers* podem manter somente posições compradas nos mercados futuros. Entretanto, sabe-se que os indivíduos podem comprar ou vender contratos e estarem efetuando uma proteção financeira. Portanto, existem duas classes de *hedgers*: os que compram e aqueles que vendem contratos futuros. Outro fato interessante é que por existir somente um tipo de *hedger*, não existe a possibilidade do prêmio pelo risco alternar de sinal. Ou seja, o viés existente no contrato futuro sempre será positivo ou negativo conforme o fenômeno que estiver ocorrendo.

Uma explicação adequada para a formação do prêmio com hipóteses menos restritivas pode ser fornecida pela abordagem do *hedge líquido*<sup>21</sup>. De acordo com Clini

---

<sup>21</sup> Esta abordagem também pode ser encontrada sobre o nome de *hedging imbalance*.



(1995, p.40), esta hipótese defende que o sinal do prêmio pelo risco depende da posição líquida dos *hedgers* em um momento do tempo. Portanto, se em um certo instante, a posição dos *hedgers* vendidos superasse a posição dos *hedgers* de compra, o prêmio teria o mesmo sinal que o indicado pelo normal backwardation. Se a posição líquida dos *hedgers* fosse o inverso, o prêmio pelo risco indicaria o mesmo sinal que o contango:

**Quadro 8 - Posição líquida dos hedgers vs. preço futuro**

<b>Posição líquida dos hedgers</b>	<b>Relação entre preço futuro e expectativa do preço à vista</b>	<b>Situação</b>
Compra	$F_{t,T} > \bar{S}_{t,T}$	<i>Contango</i>
Venda	$\bar{S}_{t,T} > F_{t,T}$	<i>Normal Backwardation</i>

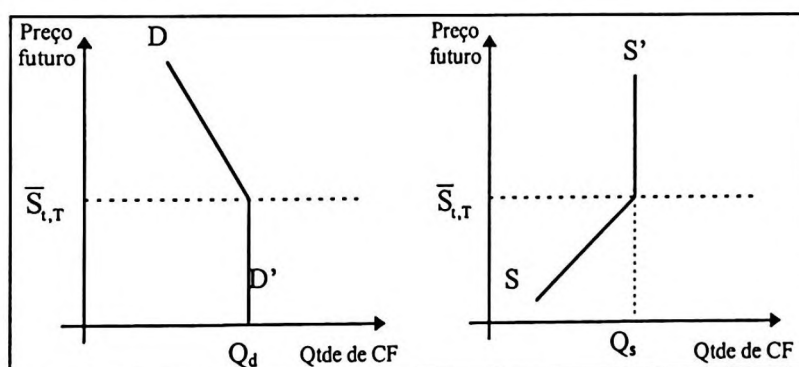
Conforme explica Kolb (p.45), a hipótese do hedge líquido é mais flexível que a teoria concebida por Keynes, pois abre a possibilidade dos *hedgers* mudarem de posição ao longo do tempo. Desta forma, se a quantidade de contratos demandados pelos *hedgers* de compra for superior à oferta de contratos dos *hedgers* de venda, o contrato futuro exibiria a situação do normal backwardation. E se a posição líquida dos *hedgers* fosse o inverso, o fenômeno inverter-se-ia.

Para entender o fenômeno da formação do prêmio, Edwards et al. (1992, p.167) sugere a utilização de gráficos contendo as curvas de oferta e demanda por contratos futuros para duas situações: um mercado composto somente por *hedgers* e um mercado em que *hedgers* e especuladores negociam contratos.

Supondo um mercado futuro em que somente os *hedgers* participam. A demanda por contratos futuros dos *hedgers* de compra é representada pela curva DD', enquanto a oferta de contratos dos *hedgers* de venda é representada por SS'. Observe que a medida que os preços futuros caem, o hedge dos comprados fica mais barato e, portanto, a demanda aumenta. Por outro lado, preços futuros menores diminuem a quantidade ofertada pelos vendidos, pois o hedge fica mais caro.

O volume máximo de contratos que os hedgers de compra ou de venda desejam comprar ou vender no mercado futuro é dado pela respectiva demanda por contratos. Supondo um mercado em que não exista restrições à oferta e demanda, o preço ótimo que determina a quantidade máxima de contratos futuros por cada uma das partes é determinada pela expectativa do preço à vista:  $\bar{S}_{t,T}$ . Quando o preço futuro é igual à expectativa do preço à vista, o prêmio é nulo. Por este preço, hedgers de compra e de venda estariam dispostos a comprar e vender uma quantidade de contratos suficiente para saciar o desejo pela proteção. Supondo que tenham aversão ao risco pela própria definição de hedger, a partir do preço  $\bar{S}_{t,T}$ , a demanda ou oferta de contratos pelos hedgers seria inelástica em relação ao preço do contrato futuro conforme ilustra a Figura 19:

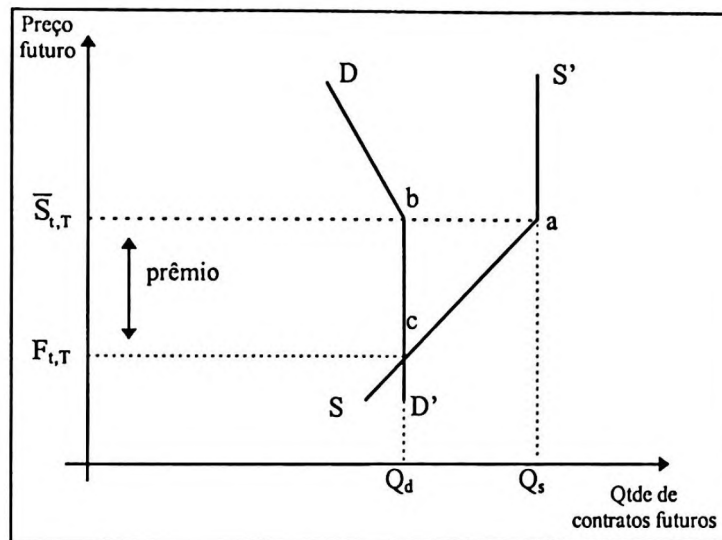
**Figura 19 - Curvas de oferta e demanda por contratos futuros**



Fonte: Figura adaptada do livro *Futures Options*, Edwards et al. (1992, p.168)

Imagine que em um determinado instante, a quantidade de contratos ofertada pelos hedgers de venda  $Q_s$  seja superior à quantidade demanda pelos hedgers de compra  $Q_d$ . Neste caso, o preço de equilíbrio do contrato futuro será a intersecção da curva  $SS'$  com a curva  $DD'$  conforme a Figura 20:

**Figura 20 - Preço de equilíbrio nos mercados futuros sem especuladores: *normal backwardation***

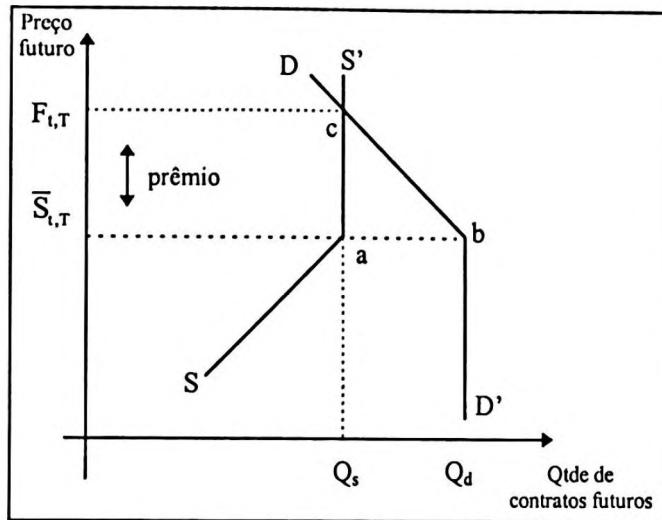


Fonte: Figura extraída do livro *Futures Options*, Edwards et al. (1992, p.168)

Uma oferta que excede a demanda por contratos futuros indica uma posição líquida de venda entre os hedgers. Esta quantidade excedente é identificada pelo segmento ba. Neste cenário, o preço de equilíbrio fica abaixo da expectativa do preço à vista por um valor correspondente ao segmento bc. Desta forma, pode-se dizer que o preço do contrato futuro está sendo negociado com um desconto ou prêmio negativo em relação à expectativa do preço à vista, beneficiando os hedgers de compra.

Por outro lado, se a quantidade demandada pelos hedgers de compra superar a quantidade ofertada pelos hedgers de venda, o fenômeno oposto ocorrerá. Neste caso, o preço que equilibra o mercado futuro ficará acima da expectativa do preço à vista. Nesta condição, os hedgers de venda serão beneficiados por um prêmio que diminui o custo da operação. Pela Figura 21, as curvas de oferta e demanda se encontrarão num ponto superior à expectativa do preço à vista:

**Figura 21 - Preço de equilíbrio nos mercados futuros sem especuladores: contango**

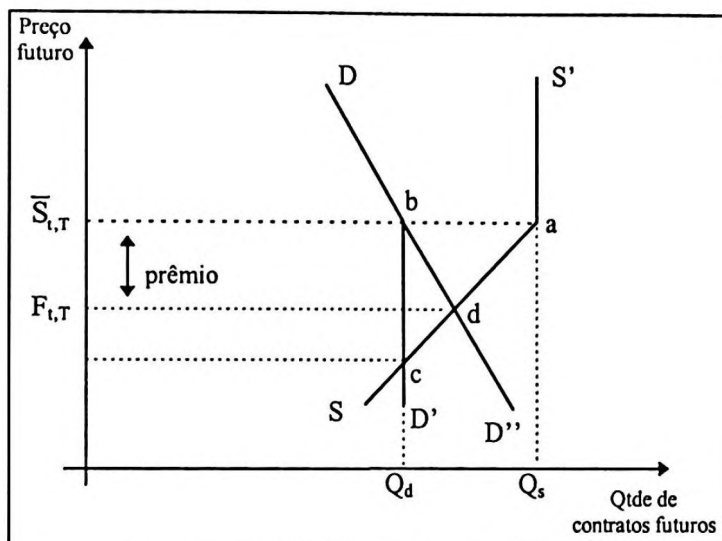


**Fonte:** Figura extraída do livro *Futures Options*, Edwards et al. (1992, p.169)

De acordo com Edwards et al. (1992, p.169), há uma situação hipotética em que o prêmio pelo risco é nulo. Quando houver uma igualdade entre a oferta e demanda por contratos futuros de ambos os hedgers. Contudo, a experiência indica que é mais provável que exista um desequilíbrio entre as quantidades demandadas por hedgers de compra e ofertas por hedgers de venda. Portanto, a existência de um prêmio pelo risco seria considerada comum.

A mesma análise de formação do prêmio pelo risco pode ser feita em um cenário em que hedgers e especuladores negociam contratos futuros. De acordo com Edwards et al. (1992, p.170), a participação dos especuladores tende a diminuir o prêmio pelo risco. Isto acontece, porque os especuladores garantem maior liquidez aos mercados futuros e estarão dispostos a prover a demanda por contratos necessária para que o mercado se equilibre. Desta forma, supondo a situação anterior em que havia um desequilíbrio entre a quantidade de contratos entre os hedgers de compra e de venda, teríamos:

**Figura 22 - Preço de equilíbrio com especuladores: *normal backwardation***



Fonte: Figura extraída do livro *Futures Options*, Edwards et al. (1992, p.171)

A Figura 22 mostra o efeito que existe nos mercados futuros quando os especuladores participam dos negócios. Quando o preço futuro cai abaixo da expectativa do preço à vista, os especuladores passam a comprar contratos futuros até que a curva de demanda DD'' por contratos de hedgers de compra e especuladores cruze com a curva de oferta SS''. Pode-se dizer que o efeito da entrada de especuladores nos mercados futuros pelo modelo acima faz com que a curva de demanda se torne elástica a partir do ponto  $\bar{S}_{t,T}$ .

Os especuladores acreditam que para diversos instantes de tempo  $t$ , a expectativa do preço à vista no futuro ocorrerá. Ao comprar de maneira sistemática contratos futuros por um preço inferior a esta expectativa, os especuladores terão retornos positivos na média. Por esta razão, a curva de demanda por contratos se inclina para a direita a partir do ponto  $\bar{S}_{t,T}$ . Conseqüentemente, o prêmio pelo risco diminui pois o preço de equilíbrio nos contratos futuros passa a ser maior do que o preço anterior.

A curva bD'' é uma indicação do grau de aversão ao risco dos especuladores. Quanto mais próxima da horizontal, menor será a aversão ao risco e mais contratos futuros serão adquiridos para uma menor variação nos preços dos contratos futuros.

## 4.

# PRÊMIO PELO RISCO NOS CONTRATOS FUTUROS

### 4.1. Conceito de risco em Finanças

Um dos aspectos fundamentais no estudo de finanças e que revolucionou a maneira como esta ciência é estudada e compreendida no mundo moderno é o risco. Conforme explica Stone (1970, p.1), “o papel da incerteza na tomada de decisões tem sido a preocupação predominante na teoria de finanças contemporânea”. Não seria nenhum exagero dizer que a teoria de finanças moderna nasceu em virtude da preocupação dos acadêmicos de buscar uma estrutura conceitual e lógica que auxiliasse a tomada de decisões sob condições de risco. Neste sentido, a teoria de portfolio de Markowitz (1952), os trabalhos de Modigliani e Miller (1958), o CAPM<sup>22</sup> de Sharpe, Treynor e Lintner, o modelo de precificação de opções de Black e Scholes (1973) e Merton (1974) e as metodologias de avaliação de risco como *Value at Risk* são consideradas contribuições importantes e expressivas para o mundo das finanças.

As publicações existentes na área de finanças e economia tratam o risco como um tema diretamente relacionado à hipótese de aversão ao risco e ao prêmio. Assim, o risco poderia ser imaginado como um elemento que influencia a atitude das pessoas. Desta forma, elas expressariam comportamentos como aversão, neutralidade ou paixão pelo risco. E quando se trata de analisar o comportamento dos agentes econômicos com aversão ao risco na formação de preços dos ativos, surge a noção do prêmio pelo risco.

Segundo Bernstein (1996, p.8), a palavra **risco** deriva do italiano *risicare*, que significa “ousar”. Em finanças, três definições surgem para o fenômeno do risco:

- risco como incerteza;
- risco como variância do preço ou da taxa de retorno de um ativo;
- risco como possibilidade de perda.

---

<sup>22</sup> *Capital Asset Pricing Model*. Ver definição no glossário.

Na economia, não é incomum encontrar o termo risco como sinônimo de incerteza. De acordo com Machina e Rotstchild (1990, p.227), risco pode ser utilizado como sinônimo de incerteza ou informação incompleta. Um dos tópicos estudados na microeconomia trata da escolha na incerteza (Kreps, 1990 e Pyndick, 1995). Contudo, coube ao economista Frank Knight (1972) fazer a distinção entre risco e incerteza:

*A diferença prática entre as duas categorias, risco e incerteza, é que na primeira a distribuição do resultado num grupo de casos é conhecida (quer através do cálculo a priori, quer das estatísticas da experiência passada), enquanto no caso da incerteza isso não ocorre, em geral devido ao fato de que é impossível formar um grupo de casos, porque a situação que se enfrenta é, em alto grau, singular (p.249).*

Pela definição de Knight, a diferença básica entre risco e incerteza consiste na presença ou não de uma distribuição de probabilidades sobre um certo evento. Desta forma, incerteza se refere a situações em que não se conhece a distribuição de probabilidade dos resultados. Risco é a situação em que se pode estabelecer os possíveis resultados e suas respectivas probabilidades de ocorrência.

A importância da utilização da probabilidade como medida de risco ao longo da história foi explorada por Bernstein (1996, p.1). De acordo com este autor, a fronteira entre o tempo moderno e o passado pode ser definida como o momento em que o homem passou a dominar a conhecimento sobre risco. A idéia de risco esteve presente nas civilizações mais antigas sob a forma de jogos de azar. Foram os jogos de azar que inspiraram Pascal e Fermat a construir avanços revolucionários nas leis de probabilidade.

Para Bernstein (1996), tão importante quanto os matemáticos que contribuíram para o desenvolvimento da probabilidade durante os séculos XVII e XVIII foi a metodologia criada por Markowitz que considerou a questão do risco em finanças:

*Todas as ferramentas que utilizamos na administração do risco e na análise de decisões, da racionalidade precisa da teoria dos jogos aos desafios da teoria do caos, provêm dos desenvolvimentos que aconteceram entre 1654 e 1760 com apenas duas exceções: (...) Francis Galton e Harry Markowitz (p.6).*

A obra de Markowitz pode ser considerada um marco na história na administração do risco de carteiras se se pensar que na época a literatura em finanças tratava os investimentos em ações como um jogo e pouco se falava sobre risco. Ele criou o conceito

de *portfolio* eficiente como aquele contendo um conjunto de ativos que, para uma certa expectativa de taxa de retorno, possuíse a menor variância<sup>23</sup> ou desvio-padrão desta taxa. Ao utilizar os conceitos existentes na probabilidade, Markowitz tornou o risco uma variável possível de ser mensurada. Bernstein (1996, p.252) observa que embora Markowitz não tenha mencionado a palavra risco em sua estratégia de investimento, ele identifica a variância da taxa de retorno como um fator indesejável que os investidores tentam minimizar.

De acordo com Stone (1968, p.4), a variância é uma das medidas de risco mais utilizadas em finanças. Machina (1990, p.231) complementa afirmando que a utilização da análise de média-variância bem como o estudo de suas propriedades estatísticas levaram ao desenvolvimento da moderna teoria de *portfolio* de Markowitz. A representação do risco por meio da variância de uma distribuição foi útil na teoria de finanças, culminando com o desenvolvimento do CAPM por Treynor, Sharpe e Lintner.

Uma definição mais genérica para o termo risco consiste na idéia de possibilidade de perda ou de um resultado adverso. Esta parece ser a definição mais adequada quando se pensa na aplicação do conceito em mercados futuros. Supondo um produtor que tenha fabricado ou plantado um bem ou um investidor que tivesse comprado um ativo na data  $t$  para venda em  $T$ . Sua riqueza atual poderia ser mensurada por:

$$W_t = S_t - C_t \text{ \{eq. 4.1\}}$$

$W_t$ : riqueza atual conhecida;

$S_t$ : preço do ativo ou bem na data  $t$ ;

$C_t$ : custo de produção ou aquisição em  $t$ .

Observe que os valores descritos pela equação acima são conhecidos. Contudo, como o ato de vender o produto adquirido ou produzido ocorre em um data futura, existe a possibilidade do preço futuro ser inferior ao custo de aquisição ou produção. Logo, existe a possibilidade de haver uma perda. A riqueza na data  $T$  é descrita por:

$$\tilde{W}_T = \tilde{S}_T - C_t(1 + b_{t,T}) \text{ \{eq. 4.2\}}$$

---

<sup>23</sup> A análise de carteira construída por Markowitz também é conhecida como critério de média-variância.



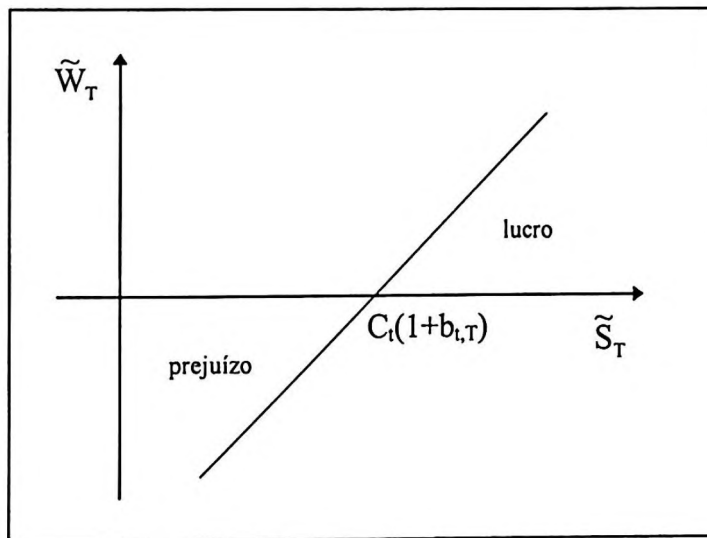
$\tilde{W}_T$ : riqueza aleatória na data T;

$\tilde{S}_T$ : preço do ativo em T;

$b_{i,T}$ : custo de oportunidade para o investidor/produtor;

Se o preço do ativo em T for superior ao custo de produção ou aquisição corrigido, haverá um lucro ou riqueza positiva. Porém, como o preço do ativo é uma variável aleatória, existe a possibilidade de gerar prejuízos. O gráfico da riqueza em função do preço  $\tilde{S}_T$  pode ser representado por:

**Figura 23 - Lucros e perdas vs. variação do preço do ativo**



Para evitar ou reduzir prejuízos, investidores e produtores com aversão ao risco de perda podem efetuar operações nos mercados futuros para que o resultado de suas atividades não dependam da variável aleatória  $\tilde{S}_T$ . Desta forma, uma venda de contrato futuro combinada com a aquisição do bem resultaria em:

$$W_T = F_{i,T} - \tilde{S}_T + \tilde{S}_T - C_i(1 + b_{i,T}) = F_{i,T} - C_i(1 + b_{i,T}) \{\text{eq. 4.3}\}$$

#### 4.2. Aversão ao risco e teoria da utilidade

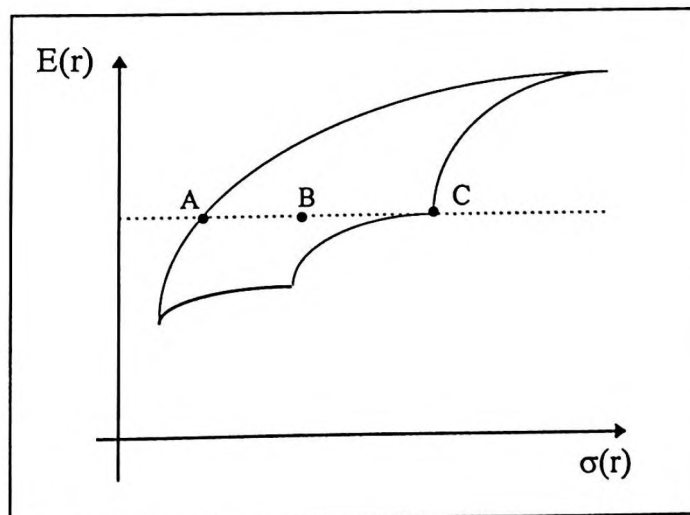
Ao se discutir alternativas de investimentos, é um fato comum escutar frases como “quanto maior o retorno, maior risco” ou “não ponham todos os ovos em uma mesma cesta”. A primeira frase argumenta que existe uma relação entre taxa de retorno e risco. E

de acordo com o modelo CAPM, em um mercado equilibrado deve haver uma relação entre a taxa de retorno dos ativos e seus respectivos riscos sistemáticos. Já a segunda frase trata de um problema que já foi discutido por Markowitz em sua teoria. De fato, a diversificação dos investimentos tende a produzir uma redução no risco quando se combina ativos com coeficientes de correlação baixos ou negativos.

Embora estas duas frases simplifiquem em poucas palavras o resultado de duas teorias importantes, o aspecto principal que merece destaque é um problema mais elementar: a existência da **aversão ao risco**. Conforme afirma Arrow (1971): “(...) tem sido comum argumentar que os indivíduos tendem a apresentar aversão a assumir riscos e que esta aversão ao risco, por sua vez, é uma explicação para muitos dos fenômenos observados no mundo da economia” (p.90). A hipótese da aversão ao risco é uma idéia que muitos teóricos seguem para explicar o comportamento dos indivíduos diante de alternativas que envolvem risco. E para mostrar que esta hipótese faz sentido, o exemplo mais elementar é a existência do seguro.

Em economia e finanças, a aversão ao risco é um conceito importante para ilustrar como indivíduos reagem a problemas de decisão e, sobretudo, como demonstram preferências por uma alternativa em comparação com outras. Na teoria de portfolio de Markowitz, por exemplo, a idéia de fronteira eficiente foi concebida partindo da suposição que os investidores possuem preferências que seguem o critério de menor desvio-padrão da taxa de retorno.

**Figura 24 - Risco e retorno do portfolio - fronteira eficiente**



De acordo com o gráfico acima, pode-se dizer que o portfólio A é preferível a B, pois para uma mesma expectativa de taxa de retorno produz um menor risco. Da mesma forma, B seria preferível a C pelo mesmo motivo. Assim teríamos que:

$$A \succ B \succ C \text{ \{eq. 4.4\}}$$

Outro conceito relevante para a compreensão de como os indivíduos mostram suas preferências, ordenam as alternativas e apresentam aversão ao risco é a função utilidade. A função utilidade é uma medida empregada em finanças capaz de transformar uma ou mais variáveis de um certo fenômeno em uma medida denominada utilidade<sup>24</sup>.

Ao empregar o conceito de valor para a utilidade e, partindo da suposição de racionalidade das pessoas, quanto maior for a quantidade de utilidade, melhor para o indivíduo. Supondo, duas alternativas de investimento com retornos  $a$  e  $b$  em que não existe risco, isto é, os resultados são determinísticos pode-se dizer que:

$$\text{Se } a > b \Rightarrow U(a) > U(b) \text{ \{eq. 4.5\}}$$

$U(a)$ : utilidade do retorno  $a$ ;

$U(b)$ : utilidade do retorno  $b$ .

Pelo fato da alternativa  $a$  produzir mais utilidade para o investidor, diz-se que  $a$  é preferível à alternativa  $b$ .

Como a maior parte das decisões envolvem risco, seria necessário criar uma medida de utilidade em função de variáveis aleatórias. Um conceito formulado por dois economistas, von-Neumann e Morgenstern, possibilita a comparação de alternativas quando a utilidade é descrita em função de variáveis aleatórias: esperança da utilidade. Portanto, dadas duas alternativas  $x$  e  $y$  aleatórias, um investidor racional que toma

---

<sup>24</sup> De acordo com Varian (1993, p.54), o termo utilidade foi muito utilizado no passado para descrever a idéia de bem-estar ou felicidade dos indivíduos. Contudo, as dificuldades para medir esta variável e compará-la com as de outros agentes fizeram com que o conceito fosse reformulado. Atualmente, a utilidade é tida apenas como uma forma de expressar preferências. Para Luenberger (1998, p.230), a função utilidade é um número cardinal cujo valor não tem um significado real.

decisões a partir da função de utilidade von-Neumann e Morgenstern pensaria da seguinte forma:

$$\text{Se } E[U(x)] > E[U(y)] \Rightarrow x \succ y \text{ \{eq. 4.6\}}$$

$E[U(x)]$ : esperança da utilidade de  $x$ ;

$E[U(y)]$ : esperança da utilidade de  $y$ .

A expressão acima mostra que se a média da utilidade de  $x$  for superior a média da utilidade de  $y$ , então  $x$  é preferível a  $y$ . Segundo Luenberger (1998, p.230), a abordagem da esperança da utilidade é fundamentada em um conjunto de axiomas que descrevem um comportamento racional e é uma boa referência para a tomada de decisões. A esperança da utilidade pode ser expressa como:

$$E[U(x)] = \int_{-\infty}^{\infty} U(x)f(x)dx \text{ \{eq. 4.7\}}$$

$U(x)$ : utilidade proporcionada por  $x$ ;

$f(x)$ : função de distribuição de probabilidade

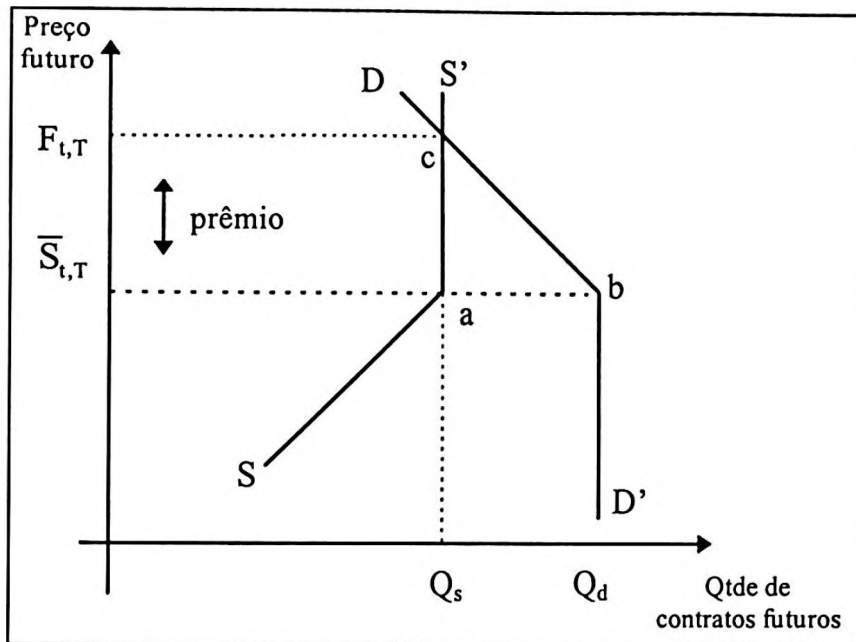
De acordo com Clemen (1996, p.464), pode-se explicar a aversão ao risco em termos de função utilidade. Machina et al. (1990, p.229) afirma que a preferência dos indivíduos descrita sob a forma de função de utilidade é o primeiro passo na caracterização moderna do risco. Luenberger (1998, p.231) também diz que o principal objetivo da função utilidade é prover um método sistemático de ordenar alternativas que captam o princípio da aversão ao risco.

Um comportamento de aversão ao risco pode ser representado por uma função utilidade côncava. Uma função é dita côncava em um intervalo  $[a,b]$ , se para qualquer  $\alpha$  com  $0 \leq \alpha \leq 1$  e quaisquer  $x_1$  e  $x_2$  em  $[a,b]$ , houver a desigualdade:

$$U[\alpha x_1 + (1 - \alpha)x_2] \geq \alpha U(x_1) + (1 - \alpha)U(x_2) \text{ \{eq. 4.8\}}$$

Observe que o termo  $\alpha x_1 + (1 - \alpha)x_2$  pode ser entendido como uma média ponderada dos valores  $x_1$  e  $x_2$ . Portanto, existe um ponto médio  $\bar{x}$  que se situa no intervalo  $[x_1, x_2]$ . Graficamente, pode-se mostrar que a utilidade de uma função côncava no ponto médio  $\bar{x}$  é igual ou superior à média ponderada das utilidades  $U(x_1)$  e  $U(x_2)$ :

**Figura 25 - Função utilidade para aversão ao risco**



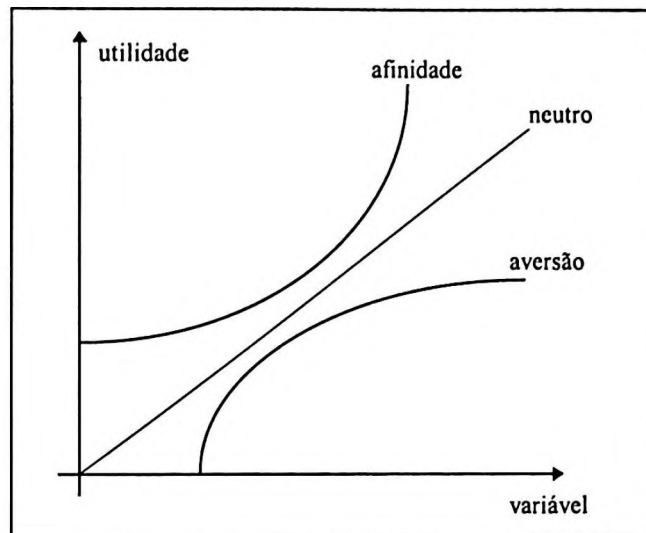
Logo, um comportamento de aversão ao risco é aquele em que a utilidade no ponto médio é superior à média da distribuição de utilidades. De acordo com Stone (1968, p.13), pode-se intuir que um indivíduo com aversão ao risco teria preferência por uma renda certa  $\bar{x}$  a uma renda variável  $x$  retirada de uma distribuição. A diferença entre a utilidade proporcionada pela renda conhecida e pela renda variável tem relação com o conceito de prêmio pelo risco, que será detalhado adiante.

É importante observar que nem todas as pessoas tem aversão ao risco. Isto pode ser observado através das atitudes ou comportamentos adotados diante de situações que envolvam incerteza. Segundo Clemen (1996, p.464), é possível classificar os indivíduos em três categorias quanto à atitude pelo risco:

- neutros ao risco;
- com aversão ao risco;
- com afinidade pelo risco.

As curvas de utilidade descritas por estas três categorias teriam o seguinte formato:

**Figura 26 - Curvas de utilidade para diversas atitudes de risco**



Fonte: Figura extraída do livro *Making Hard Decisions*, Clemen (1996, p.466)

A atitude neutra ao risco pode ser descrita como uma reta em que a utilidade do indivíduo cresce na mesma proporção para diferentes níveis da variável em questão. Segundo Clemen (1996, p.466), a avaliação de projetos de baixo investimento em grandes empresas pode ser feita sem considerar a aversão ao risco. Indivíduos que não consideram a volatilidade dos preços ou das taxas de retorno em um investimento fazem uma análise neutra ao risco.

Conforme explicam Copeland et al. (1992, p.86), a seguinte relação é válida para os indivíduos neutros ao risco:

$$U[E(x)] = E[U(x)] \text{ \{eq. 4.9\}}$$

$U[E(x)]$ : utilidade da média do valor  $x$ ;

$E[U(x)]$ : esperança da utilidade de  $x$ .

O comportamento de afinidade ao risco é representada por uma função utilidade convexa. Neste tipo de curva, a esperança da utilidade de uma variável aleatória ou a combinação linear de várias utilidades é superior à utilidade de seu valor esperado:

$$U[E(x)] < E[U(x)] \text{ \{eq. 4.10\}}$$

Um exemplo de afinidade em relação ao risco é o apostador em jogos de azar. Sabe-se que o valor esperado de um prêmio no jogo da Sena é inferior ao preço da aposta em um volante:

$$E(\tilde{x}) = \frac{M}{C(50,6)} \text{ \{eq. 4.11\}}$$

$$B > E(\tilde{x}) \text{ \{eq. 4.12\}}$$

M: montante apostado por todos os jogadores da Sena;

$1/C(50;6)$ : probabilidade de se ganhar o prêmio do jogo com apenas um cartão. Pode ser interpretada como o inverso do número de combinações possíveis para o jogo;

B: valor da aposta para um cartão.

Entretanto, para o indivíduo com paixão pelo risco, a utilidade da aposta no jogo é maior do que a utilidade de guardar uma quantia igual ao da aposta. Os jogadores apostam porque existe a probabilidade de se ganhar muito dinheiro. Ainda que o valor esperado do prêmio seja inferior ao valor apostado, é preferível ou mais útil apostar. Por este motivo, diz-se que o agente tem afinidade pelo risco.

Um indivíduo avesso ao risco é aquele que pensa ou age a partir de uma curva de utilidade côncava. Em uma função utilidade côncava, de acordo com Luenberger (1998, p.232), é possível perceber que a primeira derivada da função é positiva<sup>25</sup> em se tratando de bens e ativos desejáveis:

$$U'(x) > 0 \text{ \{eq. 4.13\}}$$

Contudo, à medida em que a quantidade de ativos cresce, a utilidade marginal ou a utilidade proporcionada por mais uma unidade de um ativo é decrescente. Desta forma, pode-se escrever que a segunda derivada da função utilidade é negativa:

$$U''(x) < 0 \text{ \{eq. 4.14\}}$$

Existem vários exemplos de indivíduos com aversão ao risco. No mercado financeiro, o caso clássico é o *hedger* nos mercados futuros. Igualmente, o indivíduo que

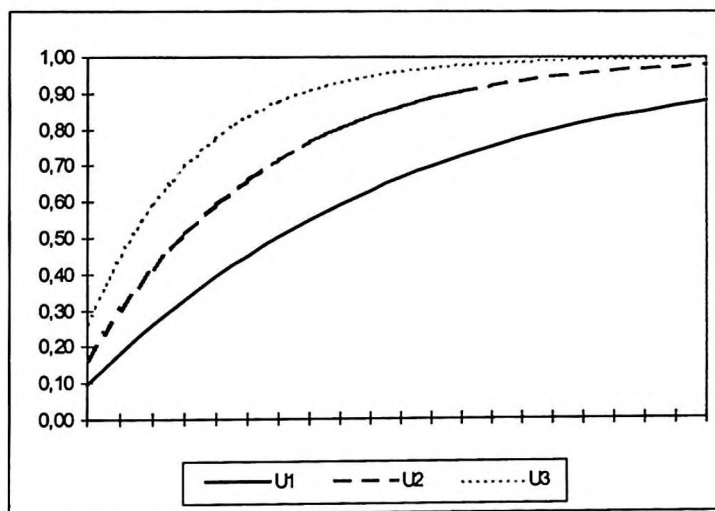
---

<sup>25</sup> Para mostrar que esta propriedade é válida, ver Apêndice.

contrata seguros de vida ou incêndio também pode ser identificado como um agente com aversão ao risco.

De acordo com Luenberger (1998, p.233), as pessoas podem apresentar graduações quanto à aversão ao risco. O grau de aversão ao risco de um indivíduo está relacionado com a magnitude da curvatura de sua função de utilidade. Quanto maior a curvatura, maior será a aversão ao risco. A figura abaixo ilustra a curva descrita pela função de utilidade de três indivíduos, sendo que  $U_3$  é mais avesso ao risco que  $U_2$  e  $U_1$ .

**Figura 27 - Curvas de utilidade para aversão ao risco**



Uma medida para a aversão ao risco foi definida por Arrow e Pratt e é conhecida como coeficiente Arrow-Pratt de aversão ao risco absoluto. Tal medida mostra o grau de aversão ao risco de acordo com o nível de riqueza de um indivíduo:

$$a(x) = -\frac{U''(x)}{U'(x)} \text{ \{eq. 4.15\}}$$

$a(x)$ : coeficiente de aversão ao risco absoluto;

$U''(x)$ : segunda derivada da função de utilidade em relação a riqueza;

$U'(x)$ : primeira derivada da função de utilidade em relação a riqueza;

$x$ : quantidade de riqueza.

Conforme observam Luenberger (1998, p.233) e Copeland (1992, p.89), para a maioria das pessoas é natural supor que a aversão ao risco tenda a diminuir com o aumento da riqueza. A segurança financeira tende a fazer com que as pessoas se sintam



mais confortáveis em assumir riscos. Uma aposta envolvendo R\$ 1.000 é trivial para quem é milionário, mas aqueles que não possuem tal quantia relutariam participar de tal jogo.

Para uma função de utilidade logarítmica,  $U(x) = \ln(x)$ , o coeficiente de aversão ao risco teria a seguinte forma:

$$a(x) = -\frac{U''(x)}{U'(x)} = \frac{1}{x^2} \div \frac{1}{x} = \frac{1}{x} \text{ \{eq. 4.16\}}$$

Pelo resultado acima, a aversão ao risco diminui com o valor da riqueza  $x$ . No caso de uma função de utilidade exponencial,  $U(x) = 1 - e^{-ax}$ , o coeficiente de aversão ao risco independe da riqueza inicial envolvida:

$$a(x) = -\frac{U''(x)}{U'(x)} = -\frac{-a^2 e^{-ax}}{ae^{-ax}} = a \text{ \{eq. 4.17\}}$$

Na função de utilidade exponencial, o inverso do coeficiente de aversão ao risco é denominado de coeficiente de tolerância ao risco. Quanto maior o valor deste coeficiente, menos avesso ao risco tende a ser o indivíduo e menor será a concavidade de sua função utilidade:

$$U(x) = 1 - e^{-x/R} \text{ \{eq. 4.18\}}, \text{ sendo } R = \frac{1}{a}$$

$x$ : riqueza do indivíduo;

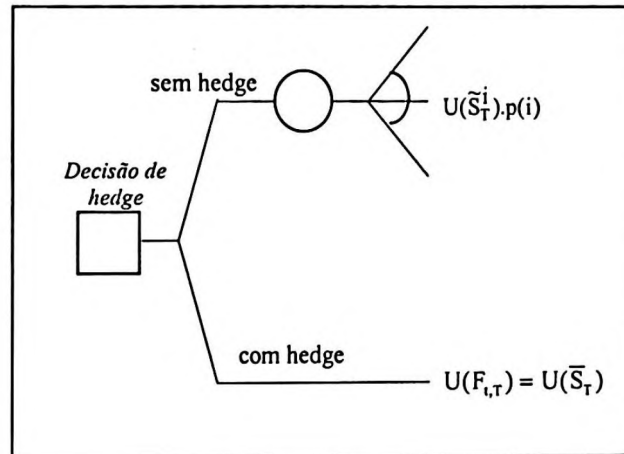
$R$ : coeficiente de tolerância ao risco.

### 4.3. Prêmio pelo risco nos mercados futuros

Fazendo uma analogia com o mercado futuro, um investidor que possui um ativo com valor  $S_t$ , e tem aversão ao risco, estaria preocupado com os possíveis valores que este ativo poderia lhe render em uma data futura. Ao vender contratos no mercado futuro, estaria protegendo sua renda futura de oscilações de preço. Seguindo o exemplo apresentado anteriormente e ignorando o custo de aquisição ou produção  $C_t$ , que é uma variável conhecida, tem-se que a riqueza do indivíduo pode assumir os valores  $\tilde{S}_T^i$  ou  $F_{t,T}$ .

Supondo que o indivíduo também conheça a distribuição de probabilidade de  $\tilde{S}_T^i$  e que a cotação do contrato futuro seja inicialmente igual a  $\bar{S}_T$ . Neste caso, o preço do contrato futuro reflete a expectativa do preço à vista em T. A análise de decisão poderia ser representada pela seguinte árvore para um investidor:

**Figura 28 - Árvore de decisão para *hedge* em mercados futuros**



O indivíduo tem duas alternativas de decisão: efetuar ou não o hedge. Tal decisão é muito semelhante à aposta em loterias. O dilema que se encontra o indivíduo se aposta em um eventual preço à vista futuro ou garante uma renda certa proporcionada pelo contrato futuro. E o resultado destas alternativas pode ser expresso pela função utilidade  $U(\cdot)$ :

- alternativa sem hedge:  $E[U(\tilde{S}_T)]$
- alternativa com hedge:  $U(F_{t,T}) = U(\bar{S}_T)$

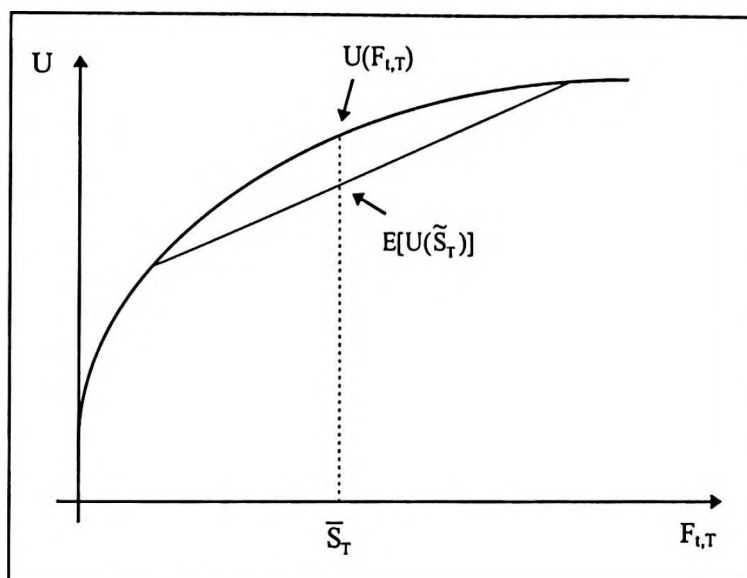
Como o indivíduo tem aversão ao risco, sua função utilidade é côncava para o intervalo de preços  $[S_a, S_b]$  do conjunto de preços contidos em sua distribuição. Por consequência:

$$U(F_{t,T}) \geq E[U(\tilde{S}_T)] \quad \{\text{eq. 4.19}\}$$

$U(F_{t,T})$ : utilidade proporcionada pelo contrato futuro;

$E[U(\tilde{S}_T)]$ : esperança da utilidade de uma renda variável  $\tilde{S}_T$ .

**Figura 29 - Função utilidade para as alternativas**



Uma questão interessante é que a utilidade  $U(F_{t,T})$  é maior que  $E[U(\tilde{S}_T)]$  quando  $F_{t,T}$  é igual ou maior que o ponto médio  $\bar{S}_T$ . Trata-se da circunstância em que o preço futuro é equivalente ou maior que a expectativa do preço à vista na data futura. À medida que o preço  $F_{t,T}$  diminui a utilidade também se reduz até o ponto em que é indiferente efetuar ou não o hedge. Nesta condição, diz-se que o investidor encontrou um valor EC, denominado **equivalência de certeza**, para o qual a utilidade do hedge ou a utilidade da aposta no preço futuro são iguais. Conforme descreve Luenberger (1998, p.233), a equivalência de certeza de uma riqueza aleatória  $\tilde{S}_T$  corresponde ao valor EC livre de risco para o qual vale a seguinte igualdade:

$$U(EC) = E[U(\tilde{S}_T)] \text{ \{eq. 4.20\}}$$

Luenberger ainda afirma que para uma função utilidade côncava, isto é, representando a utilidade de um indivíduo com aversão ao risco, é válido a desigualdade:

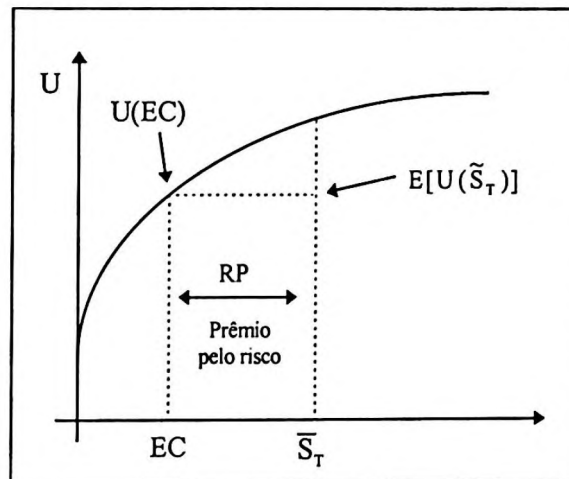
$$EC \leq \bar{S}_T \text{ \{eq. 4.21\}}$$

A diferença entre a equivalência de certeza EC e o valor médio  $\bar{S}_T$  é chamado de **prêmio pelo risco**:

$$RP = \bar{S}_T - EC \text{ \{eq. 4.22\}}$$

O prêmio pelo risco seria então o valor máximo RP que um indivíduo estaria disposto a renunciar para que a opção pelo hedge fosse preferível à opção de correr o risco de preços do ativo-objeto. O gráfico abaixo apresenta o novo valor para o contrato futuro supondo a existência de um prêmio pelo risco:

**Figura 30 - Prêmio pelo risco**



Observe que para agentes com aversão ao risco, não é necessário que o preço futuro reflita a expectativa do preço à vista  $\bar{S}_T$ . É possível que o mercado atinja um preço de equilíbrio  $F'_{t,T}$  de tal modo que este novo preço seja inferior ao preço inicial  $F_{t,T}$ . Isto é possível, pois a utilidade proporcionada por este novo preço  $U(F'_{t,T})$  é maior ou igual à esperança da utilidade da renda variável  $E[U(\tilde{S}_T)]$ . Fazendo uma analogia com uma cesta de ações que representariam o Índice Bovespa, é como se os agentes que possuíssem estas ações estivessem dispostos a garantir uma rentabilidade com certeza do que ficar expostos à flutuações do mercado acionário. Desta maneira, o contrato futuro do Índice Bovespa poderia ser negociado por um preço inferior à expectativa do preço à vista de modo a satisfazer a necessidade de *hedge* por estes investidores e à oportunidade de especular pelos compradores deste contrato.

Partindo deste resultado, a teoria keynesiana do *normal backwardation* faria sentido ao explicar a existência de um prêmio pelo risco nos contratos futuros. Portanto os *hedgers*, como agentes com aversão ao risco, estariam dispostos a vender contratos futuros por um preço inferior à expectativa do preço à vista na data futura. Do mesmo

modo, os especuladores que também possuem aversão ao risco por hipótese estariam dispostos a comprar tais contratos uma vez que eles possuem um prêmio pelo risco.

#### 4.4. Formas de prêmio utilizado nos testes empíricos

Nos estudos empíricos sobre o prêmio nos contratos futuros, a variável prêmio pelo risco aparece sob duas formas. Pode-se afirmar que a definição de prêmio seguida pelos autores está condicionada à maneira como foi descrita a relação entre o preço futuro e o retorno obtido pela exposição ao risco. Dentro da literatura sobre mercados futuros analisada neste trabalho, o prêmio aparece sob os seguintes formatos:

- prêmio *ex-post*: é o retorno financeiro ou lucro proporcionado pela posição nos contratos futuros. Trata-se do ganho efetivo por uma posição comprada ou vendida nos mercados futuros.
- prêmio *ex-ante*: é o fator adicional que existe nos preços dos contratos futuros que o torna mais caro ou mais barato se comparado ao preço teórico.

O Quadro 9 apresenta alguns trabalhos empíricos que analisam a existência do prêmio pelo risco, classificados segundo o critério acima:

**Quadro 9 - Classificação da natureza do prêmio**

Natureza do prêmio	Autores
Ex-post	Telser, Houthakker, Chang, Cooper, Krehbiel et al., Dusak, Yoo et al., Chen et al. e Grey.
Ex-ante	Chatrath et al. e Bhatt et al.

É importante fazer esta distinção entre prêmio *ex-post* e *ex-ante*, pois a maneira como esta variável é analisada nos estudos pode trazer dificuldades no momento em que se quer inferir algum resultado. Sob a ótica de finanças, prêmio é um conceito *ex-ante* por natureza (Cooper, p.368). Trata-se de uma recompensa que é exigida em virtude dos

riscos provenientes de uma operação financeira em que é nítida a assimetria dos possíveis resultados. Exemplos clássicos de prêmio pelo risco são:

- prêmio de seguro: trata-se do valor exigido do segurado mediante o qual ele terá direito a uma indenização previamente combinada na ocorrência de certos eventos;
- prêmio de opção: é o valor pago pelo titular para obter o direito de comprar (ou vender) um ativo por um preço previamente combinado até (ou em) uma data futura.

Outra consideração que deve ser feita em relação ao conceito de prêmio em finanças é que a análise dos resultados de um contrato semelhante ao de um seguro ou de uma opção pode produzir distorções na conclusão. Uma apólice de seguro que tenha gerado prejuízo a uma seguradora não permite que se tire a conclusão de que o prêmio tenha sido negativo, isto é, que o segurado tenha recebido um valor monetário para efetuar seu seguro<sup>26</sup>. O segurado de fato pagou um prêmio *ex-ante*, mas a ocorrência de um evento imprevisível e desfavorável *ex-post*, também conhecido por sinistro, fez com que o resultado da seguradora tenha sido negativo *ex-post*.

Por se tratar de uma questão polêmica, a natureza do prêmio empregada nos estudos empíricos será tratada com mais atenção nos próximos itens.

#### 4.4.1. Prêmio *ex-post* ou resultado no mercado futuro

Não seria nenhuma simplificação chamar o prêmio *ex-post* de lucro ou prejuízo nos mercados futuros, tendo em vista que a variável que é de fato medida é o resultado financeiro de uma posição com contratos futuros. A maioria dos trabalhos empíricos aqui analisados e descritos no Quadro 9 mede o prêmio como a diferença entre o preço do contrato futuro e o preço do ativo no vencimento também chamado de prêmio *ex-post*, pois ele é determinado posteriormente (Chatrath et al., 1997, p.707). O prêmio *ex-post* pode ser preliminarmente desenvolvido a partir da equação do prêmio *ex-ante*:

$$RP_t = E[S_T | I_t] - F_{t,T} \text{ \{eq. 4.23\}}$$

---

<sup>26</sup> Esta proposição é inconcebível se fizermos a suposição de que os agentes econômicos são racionais e possuem aversão ao risco.

$RP_t$ : prêmio pelo risco na data  $t$ ;

$E[S_T|I_t]$ : expectativa do preço à vista no vencimento condicionada à informação  $I_t$ ;

$F_{t,T}$ : preço do contrato futuro na data  $t$ .

Como a variável expectativa do preço à vista é difícil de ser mensurada, os autores dos testes recorrem à hipótese de expectativas racionais dos agentes. Desta forma, a expectativa do preço poderia ser desmembrada em duas componentes:

$$RP_t = S_T + \varepsilon_t - F_{t,T} \text{ \{eq. 4.24\}}$$

$S_T$ : preço do ativo na data  $T$ ;

$\varepsilon_t$ : fator de erro aleatório cometido na data  $t$ .

Sob a hipótese da teoria de expectativas racionais, o fator correspondente ao erro aleatório possui esperança nula, tornando os testes empíricos mais fáceis de serem realizados. Na prática, isto significa dizer que os agentes econômicos na média acertam a previsão dos preços na data  $T$ . Ou que a média das estimativas não seria um indicador viesado para o preço à vista em  $T$  (Kolb, 1992, p.78). Neste caso, a equação 4.24 teria o seguinte formato:

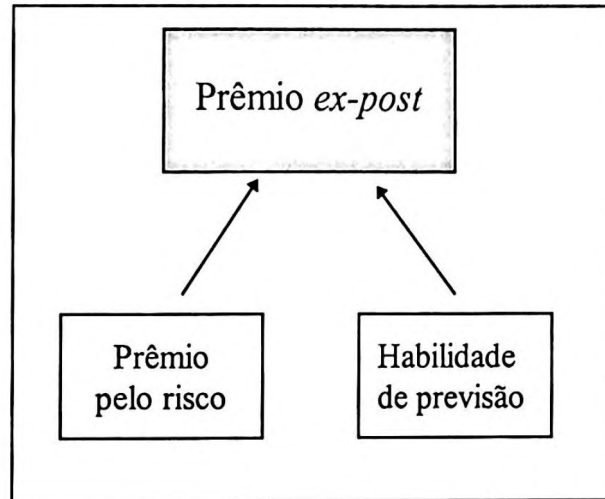
$$E[RP_t] = S_T - F_{t,T} \text{ \{eq. 4.25\}}$$

Chatrath et al. (1997, p.709) comenta que muitos pesquisadores procuraram estudar a existência ou ausência de um prêmio pelo risco. Ao tratar desta questão, eles em geral analisaram a diferença entre o preço atual do contrato futuro e o preço à vista na data de vencimento conforme a equação 4.25. Contudo, a abordagem que depende do lucro obtido no contrato futuro tem um ponto fraco: certos grupos de participantes do mercado futuro podem ter melhor poder de previsão de forma que é impossível distinguir o que é lucro e o que é prêmio pelo risco.

A observação de Chatrath et al. é pertinente se houver habilidades diferenciadas de previsão entre aqueles que negociam contratos futuros. Fazendo referência à teoria do normal backwardation de Keynes, se os especuladores possuírem maior capacidade de previsão que os hedgers, aquilo que se imaginava ser um prêmio pelo risco pode ser confundido com uma habilidade superior de prever preços. Portanto, os testes empíricos

sobre prêmio *ex-post* são na verdade um teste de hipótese conjunta da existência do prêmio pelo risco e de poder de previsão (Chatrath et al., 1997, p.714):

**Quadro 10 - Hipótese conjunta dos testes baseados no prêmio *ex-post***



Uma maneira de contornar este problema é supor que os agentes econômicos que participam do mercado futuro possuem habilidades iguais e que não cometam erros de previsão viesados (expectativas racionais). Desta forma, a causa mais provável pela existência de um prêmio *ex-post* seria o próprio prêmio pelo risco que seria exigido dos *hedgers* pelos especuladores.

**4.4.2. Prêmio *ex-ante***

Foram poucos os estudos sobre prêmio pelo risco que adotaram o conceito de prêmio *ex-ante*. O prêmio pelo risco seria definido como a diferença existente entre expectativa do preço à vista no futuro e o valor do contrato futuro. Algebricamente, poderia ser representado pela equação:

$$RP_t = E[S_T|I_t] - F_{t,T} \text{ \{eq. 4.26\}, sendo}$$

$RP_t$ : prêmio pelo risco na data  $t$ ;

$E[S_T|I_t]$ : expectativa do preço à vista no vencimento condicionada à informação  $I_t$ ;

$F_{t,T}$ : preço do contrato futuro na data  $t$ .

Observe que pelo modelo acima, o prêmio tem uma natureza *ex-ante*. Ou seja, é estabelecido previamente a partir da expectativa do preço à vista no futuro e da cotação



futura. Do ponto de vista econômico, somente faz sentido se falar em prêmio se o mesmo for estabelecido previamente. Tal como numa apólice de seguro, o valor do prêmio é formado de antemão. Este conceito de prêmio não é conveniente em alguns casos, pois para mensurar o risco *ex-ante* é necessário ter um modelo de formação de preços que possa descrever a expectativa de preços no futuro  $E[S_T|I_t]$ .

A questão é saber qual modelo de formação de preços deve ser utilizado para testar empiricamente a existência de um prêmio pelo risco. Conforme visto anteriormente, o modelo de formação de preços futuros por expectativas pode ser descrito por:

$$\bar{S}_{t,T} = \sum_{i=1}^n \hat{S}_{t,T}^i p^i \text{ \{eq. 4.27\}}$$

$\bar{S}_{t,T}$ : expectativa do preço à vista em T;

$\hat{S}_T^i$ : possível valor do preço à vista na data T;

$p^i$ : probabilidade de ocorrência do evento i.

Conforme foi destacado anteriormente, a expectativa do preço à vista em T formada por esta metodologia é inviável. Quando se trabalha com séries de tempo contendo diversos dados, é difícil obter para cada instante de tempo t, a amostra de todos os preços  $\hat{S}_T^i$  bem como as respectivas probabilidades de ocorrência.

Uma solução para este problema é supor que a expectativa do preço à vista seja equivalente ao preço futuro formado a partir da fórmula de custo de carregamento, também conhecida como preço teórico do contrato futuro:

$$\bar{S}_{t,T} \equiv \bar{F}_{t,T} = S_t \frac{1 + r_{t,T}}{1 + y_{t,T}} \text{ \{eq. 4.28\}}$$

$\bar{S}_{t,T}$ : expectativa do preço à vista em T;

$\bar{F}_{t,T}$ : preço teórico do contrato futuro na data t;

$S_t$ : preço do ativo na data t;

$r_{t,T}$ : taxa de juros acumulada no período T - t;

$y_{t,T}$ : taxa de conveniência do ativo para o período T - t.

A equação acima mostra que o preço teórico do contrato futuro em  $t$  é determinado pelo seu custo de carregamento até a data futura  $T$ .

Afinal, é possível afirmar que o preço teórico do contrato futuro é igual à expectativa do preço à vista? Qual dos dois deveria prevalecer em uma cotação futura? Para estas questões Chance (1998, p.385) responde que a cotação de um contrato futuro, ou o preço futuro negociados nas bolsas, é um reflexo tanto do custo de carregamento fornecido pelo preço teórico quando da expectativa do preço à vista em uma data futura. Conforme explica Chance (1998):

*Tem havido confusão mesmo entre os especialistas se os preços futuros refletem expectativas sobre os preços à vista na data futura. Alguns dizem que os preços futuros mostram expectativas sobre os preços à vista no futuro, enquanto outros argumentam que refletem somente o custo de carregamento. [...] ambas as posições estão corretas. Como os preços futuros são equivalentes ao preço à vista mais o custo de carregamento, os preços futuros definitivamente refletem o custo de carregamento. O preço à vista, por sua vez, reflete expectativas. Este é um princípio básico da formação dos preços à vista. Como os preços futuros incluem o preço à vista, certamente reflete expectativas também, mas o faz de forma indireta (p.385).*

#### 4.4.3. Prêmio pelo risco sistemático

Outro método de estudo do prêmio pelo risco diz respeito à taxa de retorno de uma operação em contratos futuros que excederiam a taxa livre de risco e possuíssem uma correlação com o risco de mercado. Este conceito se baseia no modelo de precificação de ativos desenvolvido por Sharpe (1964) conhecido como CAPM (Capital Asset Pricing Model), conforme descrito no capítulo 2. O modelo CAPM adaptado para os retornos de um contrato futuro pode ser utilizado por Dusak (1973), podendo ser descrito como:

$$E(F_{t+1,T} - F_{t,T}) / F_{t,T} = \beta_i [E(R_m) - R_f] \text{ \{eq. 4.29\}}$$

$E(F_{t+1,T} - F_{t,T}) / F_{t,T}$ : taxa de retorno do contrato futuro;

$R_f$ : taxa livre de risco;

$E(R_m)$ : média da taxa de retorno do mercado;

$\beta_i$ : beta do retorno ativo-objeto do contrato futuro em relação ao retorno de mercado.

Conforme afirma Sutcliffe (1993, p.166), surgiram diversas variações para mensurar o prêmio pelo risco em contratos futuros a partir do modelo original do CAPM. A idéia básica destes modelos é que os contratos futuros fariam parte de uma carteira diversificada de mercado e, portanto, sua taxa de retorno estaria relacionada ao risco sistemático. Em geral, tais modelos são testados a partir da regressão das taxas de retornos obtidas por uma posição em contratos futuros contra o retorno de mercado e o componente livre de risco:

$$\frac{F_{t+1,T} - F_{t,T}}{F_{t,T}} = \alpha + \beta_i [R_m - R_f] + \varepsilon_i \text{ \{eq. 4.30\}}$$

O prêmio pelo risco seria aceito se a hipótese conjunta do termo  $\alpha = 0$  e  $\beta_i = 1$  não fossem rejeitados.

#### 4.5. Testes empíricos realizados

Diversos foram os artigos escritos desde o fim dos anos 50 até recentemente sobre a polêmica discussão sobre a existência de prêmio nos contratos futuros. Os artigos resumidos a seguir possuem diferenças metodológicas significativas. Observa-se que houve uma evolução nas técnicas estatísticas utilizadas. Da mesma forma, o conceito de prêmio pode variar de autor para autor.

##### 4.5.1. Telser (1958)

Um dos primeiros artigos a discutir a teoria de *normal backwardation* de Keynes foi escrito por Lester Telser (1958). Ele introduz seu artigo afirmando que a idéia de Keynes contradiz a maneira como os preços futuros são formados e a teoria de estocagem (*storage theory*). Como na época os principais ativos negociados nos mercados futuros eram as commodities agrícolas, o trabalho de Telser foi baseado nos mercados de algodão e trigo. Segundo Telser, os preços futuros dependem da quantidade de estoques mantidos pelas empresas entre períodos que, por sua vez, depende da expectativa de preços futuros. As empresas formarão estoques somente se a receita marginal (estoque vs. preço futuro) for superior ao custo marginal de estocagem subtraído da taxa de conveniência (*convenience yield*). Se a teoria de Keynes fosse verdadeira, deveria haver uma tendência

positiva dos preços futuros. Para testar a hipótese de que os preços futuros são viesados para baixo, Telser utilizou como estimativa o número de vezes que o preço futuro sobe (*upward trend*), que deveria ser superior à frequência que o preço cai. Entretanto, os resultados não mostram evidências que comprovem a existência desta tendência.

#### 4.5.2. Roger Gray (1961)

Outro autor que realizou estudos nesta área foi Roger Gray (1961). Ele estudou uma série de contratos futuros de milho para o período de 1921 a 1959, separando as amostras em três períodos: pré-guerra, pós-guerra e global. O conceito de prêmio para Gray é a diferença entre o preço do contrato futuro e a esperança do preço à vista no futuro. Ele não encontrou evidências que pudessem comprovar existência de lucro para os especuladores que atuassem na compra (contrariando a teoria de *normal backwardation* de Keynes). Gray utilizou como método de estudo a estatística t-student para verificar a hipótese de lucro (para o comprador) igual a zero. Entretanto, ele identificou um método capaz de proporcionar retornos positivos para os especuladores. Tratam-se de dois procedimentos que ele denominou *buying discounts* (comprar o contrato mais longo quando seu preço for inferior ao de vencimento mais curto) e *selling premiums* (vender o contrato mais longo quando seu preço for superior ao de vencimento mais curto). Gray não admitiu que este viés fosse considerado um prêmio pelo risco, concluindo que se trata de um custo pelo *hedge*.

#### 4.5.3. Dusak (1973)

Um dos artigos mais mencionados é o de Katherine Dusak (1973) que investigou a existência de prêmios nos contratos futuros de commodities agrícolas no mercado americano. O conceito de prêmio utilizado por Dusak é semelhante ao encontrado no modelo CAPM de Sharpe. O prêmio seria o retorno acima da taxa livre de risco e variável em função do risco sistemático do ativo em estudo. Dusak fez uma análise empírica adotando como amostra as cotações dos contratos futuros de trigo, milho e soja do período de 1952 a 1967. Não encontrou evidências que justificassem a existência de prêmios para os contratos futuros estudados.

#### 4.5.4. Chang (1985)

Chang (1985) também realizou um teste empírico para comprovar a teoria do normal backwardation de Keynes. Ele analisou os contratos futuros de trigo, milho e soja entre os períodos de 1951 a 1980 por meio das cotações mensais e quinzenais divulgados na Chicago Board of Trade. O teste utilizado por Chang é um modelo não-paramétrico que segue o procedimento desenvolvido por Merton e Henriksson, que procuraram estudar a habilidade de predição dos participantes deste mercado. Segundo o autor, a principal vantagem deste método é que não se precisa fazer hipóteses sobre a distribuição dos retornos dos ativos. O conceito de prêmio no estudo de Chang é o diferencial de preços dos contratos futuros entre intervalos de tempo ( $F(t) - F(t-1)$ ). Chang testou a hipótese nula de que não existe dependência entre os retornos de especuladores e sua posição assumida no mercado futuro e esta hipótese foi rejeitada. Também testou a hipótese de que os hedgers se posicionam mais na venda de contratos futuros (*short hedging*) e em média transferem dinheiro para o mercado (retorno negativo), confirmando a teoria do normal backwardation.

#### 4.5.5. Bhatt e Cakici (1990)

A introdução dos contratos futuros de índices de ações em 1982 despertou a curiosidade de diversos acadêmicos que procuraram estudar a relação entre o índice à vista e a cotação do contrato futuro. O trabalho de Bhatt e Cakici foi realizado para identificar possíveis discrepâncias entre as cotações do contrato futuro e os preços futuros teóricos, que foram gerados pela relação de custo de carregamento de um ativo. O objetivo principal deste estudo foi identificar a existência de uma diferença positiva (denominada de prêmio) ou negativa (denominada de desconto), utilizando uma amostra constituída pelas cotações diárias do índice S&P500 do mercado de ações dos EUA durante o período de 1982 a 1987. Os resultados obtidos pelos autores confirmam a existência de um prêmio positivo para a amostra completa. Para contratos futuros com vencimentos mais longos, o prêmio é maior. Também concluíram que esta diferença de preços está relacionada com o prazo de maturidade e com os dividendos proporcionados pelas ações que compõem o índice. A surpresa dos autores foi com o resultado final

indicando a existência de um prêmio e não um desconto como a maioria dos trabalhos realizados por outros acadêmicos. A originalidade deste trabalho está baseada na utilização do conceito de prêmio *ex-ante*, enquanto a maior parte dos artigos analisados adotaram o conceito de prêmio *ex-post*.

#### **4.5.6. Deaves e Krinsky (1995)**

Deaves e Krinsky (1995) realizaram um trabalho sobre prêmio em contratos futuros de commodities pecuárias a partir da leitura de um estudo de Kolb (1992), em que foram encontradas evidências que justificassem o fenômeno de normal backwardation e de contango. Eles utilizaram como amostra preços futuros de boi-gordo (*feeder e live cattle*), porco, suco de laranja, petróleo, óleo e madeira de 1959 a 1994. O prêmio pelo risco para os dois autores seria a diferença entre o preço do contrato futuro e a expectativa do preço à vista (*spot price anticipated*). Os resultados encontrados confirmam a existência de um prêmio pelo risco corroborando os achados de Kolb. No entanto, adicionando dados de mais cinco anos (1989-1994), os retornos (positivos/negativos) de algumas commodities que apresentavam normal backwardation/contango mudaram de sinal. Deaves e Krinsky concluem que os retornos existentes nas séries de preços dos contratos futuros podem ser interpretados como reflexos de tendências que existem nos preços à vista. E dado que os mercados financeiros não conseguiriam prever tais tendências, aquilo que poderia ser um prêmio deve ser considerado um erro de previsão persistente.

#### **4.5.7. Krehbil e Collier (1996)**

O artigo de Krehbiel e Collier (1996) é um dos poucos que envolvem contratos futuros cujo ativo é do tipo financeiro. Eles adotaram como amostra os preços dos contratos futuros de títulos do tesouro americano (Treasury Bills) e Eurodollar de 1986 a 1994. O método para testar a hipótese de existência do prêmio é o modelo não paramétrico desenvolvido por Merton e Henriksson e que também foi utilizado por Chang (1985). Eles partem da hipótese de que os especuladores têm aversão ao risco e somente adotariam uma posição (comprada/vendida) no mercado futuro se houvesse um prêmio

pelo risco. A posição líquida dos especuladores seria então uma indicação de retornos positivos no mercado futuro. Os resultados do teste comprovam que em média, os ganhos dos especuladores é superior aos dos *hedgers* tanto nos contratos de Treasury Bills como de Eurodollar e que a posição dos especuladores é um forte instrumento para previsão do retorno futuro, corroborando a teoria do *normal backwardation*.

#### 4.5.8. Chatrath, Liang e Song (1997)

O artigo de Chatrath, Liang e Song (1997) estuda a existência de prêmio nos contratos futuros utilizando a fórmula estrutural de custo de carregamento para avaliação dos preços futuros. Segundo os autores, trata-se de uma maneira mais direta de se identificar a existência do prêmio e saber se o mesmo realmente flui dos *hedgers* para os especuladores, conforme a teoria formulada por Keynes. A chamada fórmula estrutural ou equação de arbitragem é um modelo de avaliação do preço futuro em função do preço à vista, prazo, taxa de juros, custo de estocagem, *convenience yield* e do prêmio. Um desequilíbrio entre a quantidade de contratos de compra e venda dos *hedgers* (*hedging imbalance*) poderia sugerir uma correlação com o prêmio nos contratos futuros. Os autores utilizaram como amostra os preços de trigo, soja, milho, café e algodão para o período de 1983 a 1995. A partir dos dados da CFTC, eles classificaram os participantes do mercado em grandes especuladores, grandes *hedgers*, pequenos investidores e participantes ingênuos (que seguem uma estratégia oposta aos *hedgers*). A conclusão do trabalho de Chatrath é que embora os especuladores tenham retornos positivos em média, eles não impõem um prêmio para correr riscos nos mercados futuros. Ao contrário, sua participação aumentaria a liquidez e a eficiência de mercado, diminuindo os custos para os *hedgers*.

## 5.

# METODOLOGIA DA PESQUISA

### 5.1. O método da pesquisa

A produção de conhecimentos de caráter científico exige do pesquisador uma metodologia que o auxilie nos procedimentos necessários para a conclusão de seu trabalho. Conforme ressalta Castro (1977), “a dimensão positiva do método científico refere-se àquelas instruções de como proceder, como pesquisar, por onde começar, qual a seqüência a seguir etc.” (p.34).

Para pesquisar o assunto e responder às hipóteses apresentadas neste projeto, pretende-se estudar se as cotações dos contratos futuros do índice Bovespa apresentam um viés que possa ser caracterizado como um prêmio pelo risco. E a questão principal é saber qual o melhor método de pesquisa para se obter os resultados e em que nível se encontra o problema da pesquisa.

Este trabalho não pode ser classificado como exploratório, pois este tipo de estudo é utilizado para as situações em que o pesquisador pretende “familiarizar-se com o fenômeno ou conseguir nova compreensão deste, freqüentemente para poder formular um problema mais preciso de pesquisa ou criar novas hipóteses” (Selltiz et al., 1975, p.59). Ao contrário, já existem trabalhos sobre o fenômeno do prêmio pelo risco e se conhece as variáveis que serão medidas.

Para testar as hipóteses levantadas, o método da pesquisa empregado nesta dissertação envolveu um estudo descritivo. De acordo com Selltiz et al. (1975):

*Sob o título de estudos descritivos agrupamos um grande conjunto de interesses de pesquisa. Foram agrupados porque, do ponto de vista de processos de pesquisa, apresentam importantes características comuns. As questões de pesquisa pressupõem muitos conhecimentos anteriores do problema a ser pesquisado, ao contrário do que ocorre com as questões que constituem o fundamento para os estudos exploratórios. O pesquisador precisa ser capaz de definir claramente o que deseja medir, e de encontrar métodos adequados para essa mensuração. Além disso, precisa ser capaz de especificar quem deve ser incluído na definição de 'determinada comunidade' ou 'determinada população'. Ao coligir provas para um estudo deste tipo, não há tanta necessidade de*



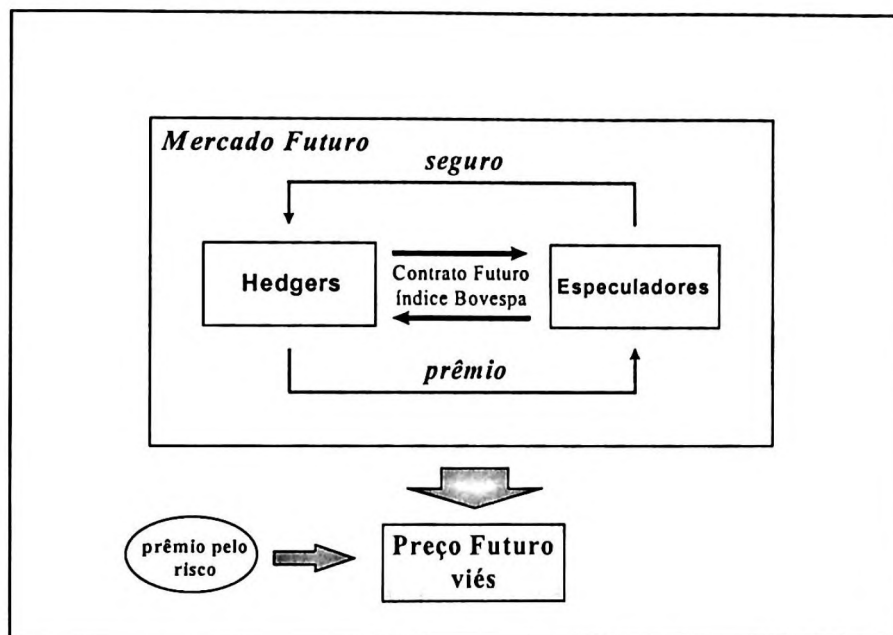
*flexibilidade, mas de uma clara formulação de que ou quem deve ser medido, bem como de técnicas para medidas válidas e precisas (p.76).*

Conforme descrito nos capítulos anteriores, existe fundamentação teórica para o problema do prêmio pelo risco bem como estudos empíricos realizados por outros autores. Portanto, há uma quantidade considerável de conhecimento sobre o assunto. Da mesma forma, as variáveis do problema são conhecidas e existem métodos para mensurá-las. Por estas razões, este estudo se enquadra na linha dos estudos descritivos.

## **5.2. O modelo de pesquisa**

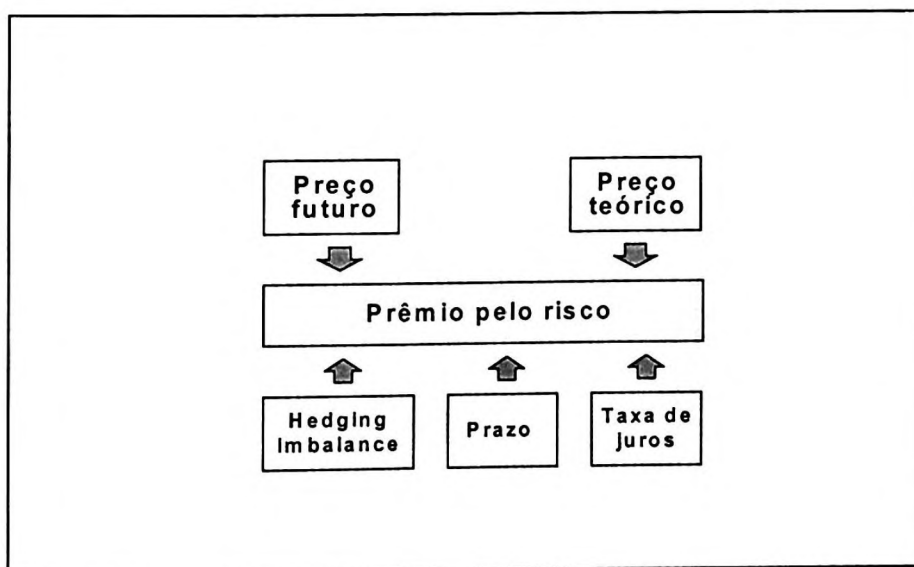
De acordo com a teoria exposta nos capítulos anteriores, o fenômeno do prêmio pelo risco pode ser resumido a partir da figura abaixo. Em um mercado futuro, composto por *hedgers* e especuladores com aversão ao risco, as transações envolvendo contratos futuros de índices de ações acontecem de modo a atender os objetivos entre as partes. O desequilíbrio na oferta e demanda por contratos entre os *hedgers* de compra e de venda é um dos motivos para que os especuladores participem deste mercado fornecendo liquidez. Como o objetivo dos especuladores é obter lucro e a preocupação dos *hedgers* é a proteção financeira, o preço de equilíbrio do contrato futuro pode ser diferente do preço definido pelo custo de carregamento. Uma explicação para esta diferença está na hipótese de existência de um prêmio pelo risco favorável aos especuladores. Os *hedgers* estariam dispostos a pagar este prêmio, pois como agentes avessos ao risco, a utilidade proporcionada pelo seguro ainda é maior que a utilidade de um ativo com preço aleatório.

**Figura 31 - Dinâmica das transações entre hedgers e especuladores nos mercados futuros**



O modelo de pesquisa apresenta as variáveis que serão analisadas e que podem ter poder explicativo no viés encontrado no preço do contrato futuro. Esquemáticamente pode-se representá-lo a seguir:

**Figura 32 - O modelo de pesquisa**



### 5.3. População e amostra utilizada.

O contrato futuro de índice Bovespa é um dos mais antigos entre aqueles que surgiram na BM&F e representa o mercado de índice de ações em que é transacionado esta categoria de ativo nesta bolsa. Além do mercado de índice de ações, a BM&F possui outros mercados que incluem os seguintes contratos futuros:

**Quadro 11 - Tipos de mercados presentes na BM&F**

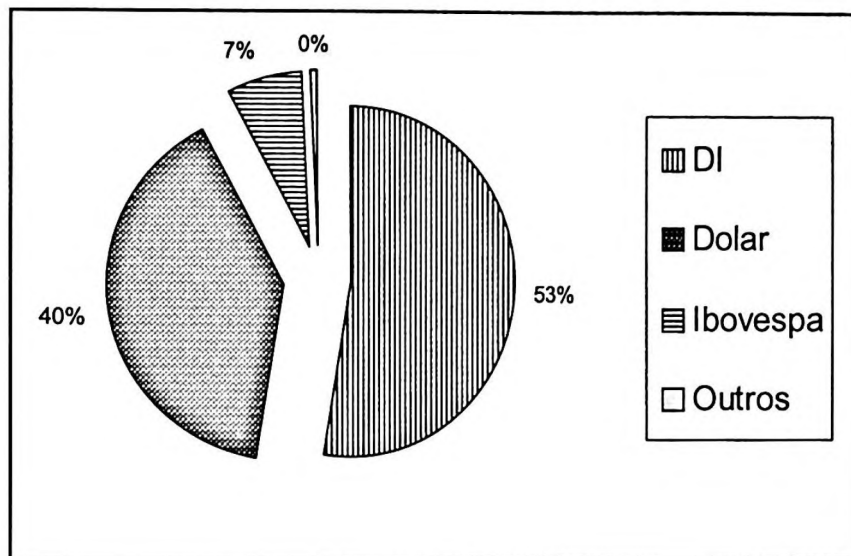
<b>Mercado</b>	<b>Contrato Futuro</b>
Ouro	Ouro futuro (1kg)
Índice de ações	Ibovespa futuro
Taxas de juro	DI - 1 dia futuro Diferencial de DI x Dólar Futuro
Taxas de câmbio	Dólar comercial futuro Dólar flutuante futuro
Títulos da dívida externa	C-Bond futuro El-Bond futuro
Agropecuários	Açúcar cristal Algodão Boi gordo Café arábica Milho Soja

Fonte: Boletim Diário da BM&F

Os contratos futuros de índice Bovespa são negociados desde 14 de fevereiro de 1986. Nos primeiros três anos da BM&F, o futuro de índice Bovespa foi o contrato com maior volume financeiro em negócios. Porém sua participação foi reduzida com o surgimento dos futuros de taxas de juros e de taxas de câmbio. De acordo com as informações fornecidas pela Gerência Técnica, o contrato futuro de índice Bovespa

representa cerca de 7% do total do volume transacionado na BM&F conforme mostra a Figura 33:

**Figura 33 - Volume financeiro da BM&F - 1997**



**Fonte: Boletim diário da BM&F**

Desde o surgimento do índice Bovespa, foram lançadas 71 séries de contratos futuros de índice na BM&F com vencimento nos meses pares. Para testar a hipótese de existência de um viés nos contratos futuros, serão analisados todos os contratos futuros lançados após a mudança do regime monetário brasileiro com a divulgação do Plano Real. Esta amostra contém 26 séries de contratos futuros, representando cerca de 36% do universo dos contratos de índice Bovespa emitidos desde seu aparecimento.

Para testar as demais hipóteses, a amostra foi reduzida para o conjunto de cotações diárias dos contratos futuros lançados a partir de julho de 1995, contemplando cerca de 800 observações que abrangem 20 séries de contratos futuros. A adoção de uma amostra inferior se deve ao fato de que, para uma das variáveis utilizadas no teste estatístico, não existem dados anteriores a esta data. A BM&F somente começou a apurar as informações sobre a posição de contratos em aberto dos participantes em julho de 1995.

## 5.4. Coleta, processamento e análise dos dados.

### 5.4.1. Fonte dos dados

Todos os dados utilizados nesta pesquisa podem ser caracterizados como dados secundários, pois fazem parte de arquivos ou bancos de dados elaborados de organizações ou empresas que prestam serviços para o segmento financeiro. Para o tipo de pesquisa adotada não foi necessário coletar dados primários. É importante ressaltar que embora esta dissertação tivesse utilizado dados secundários, a maioria dos dados coletados tiveram que ser transformados em novas variáveis para que se pudesse realizar os testes de hipótese.

A exemplo de vários estudos anteriormente citados que analisaram o prêmio pelo risco nos mercados futuros, os dados principais utilizados são as cotações do contrato futuro analisado e o número de contratos em aberto por participante. Existem poucas fontes para a obtenção destas informações, que podem ser obtidas parcial ou integralmente. Sobre as cotações diárias dos contratos futuros de índice Bovespa, as principais fontes são:

- Gerência Técnica da BM&F;
- Boletins diários da BM&F;
- Jornal Gazeta Mercantil.

Como a pesquisa exigiu a obtenção de uma grande quantidade de dados históricos sobre contratos futuros, foi dada prioridade para a obtenção das informações por meio magnético. E dentre as fontes acima citadas, a Gerência Técnica da BM&F<sup>27</sup> foi escolhida, pois além de possuir bancos de dados sobre os negócios realizados na bolsa de futuros foi capaz de fornecer tais informações em discos magnéticos.

As informações sobre o número de contratos em aberto por tipo de participante somente são divulgadas pela BM&F através dos boletins diários que são fornecidos para

---

<sup>27</sup> O banco de dados da BM&F sobre as cotações dos contratos futuros está disponível ao público. Para obtê-las, basta enviar uma carta à Gerência Técnica especificando as informações desejadas.

as corretoras e distribuidoras de valores mobiliários. É importante esclarecer que tais dados passaram a ser coletados pela BM&F somente a partir de julho de 1995 e até o momento da realização da pesquisa ainda não estavam disponíveis em meio magnético.

Para os demais dados como número de dias úteis, taxas de juros e valores do índice Bovespa, foram consultadas as fontes de dados Econômica, o calendário financeiro Redoma além da própria BM&F.

#### **5.4.2. Dados coletados e variáveis utilizadas.**

Para a realização da pesquisa foram necessários os seguintes dados:

a) séries de contratos futuros de índice Bovespa negociados entre julho de 1994 a outubro de 1998. E para cada série foram selecionados os itens:

- preço unitário de ajuste: é a média das cotações do contrato futuro nos últimos 15 minutos de pregão e utilizada para o cálculo do ajuste;
- data de início: é o dia em que o contrato começou a ser negociado pela primeira vez;
- data de vencimento: é o último dia de negociação do contrato;

b) valor de fechamento em pontos do índice Bovespa entre julho de 1994 a outubro de 1998;

c) feriados bancários que ocorreram entre 1994 e 1998;

d) séries de contratos futuros de taxa de juros DI-1dia entre julho de 1994 e outubro de 1998, obtendo-se os seguintes itens:

- preço unitário de ajuste: é a média das cotações do contrato futuro nos últimos 15 minutos de pregão e utilizada para o cálculo do ajuste;
- data de início: é o dia em que o contrato começou a ser negociado pela primeira vez;
- data de vencimento: é o último dia de negociação do contrato;

e) número de contratos em aberto dos investidores institucionais no mercado futuro de índice Bovespa entre julho de 1995 a outubro de 1998 para as posições:

- comprada: total de contratos mantidos em aberto (*outstanding*) pelo conjunto de investidores institucionais;
- vendida: total de contratos mantidos em aberto pelo conjunto de investidores institucionais.

De posse dos dados, foram calculadas as seguintes variáveis que fizeram parte do teste estatístico:

**a) Preço teórico do contrato futuro:** é o preço futuro formado a partir da relação de custo de carregamento. Conforme visto nos capítulos anteriores, a formação de preços por arbitragem determina que o preço de equilíbrio de um contrato futuro devem obedecer a seguinte relação de custo de carregamento:

$$\bar{F}_{i,T} = S_t \frac{(1 + r_{i,T})}{(1 + d_{i,T})} \{\text{eq. 5.1}\}$$

$\bar{F}_{i,T}$ : preço teórico do contrato futuro de índice Bovespa na data t.;

$S_t$ : preço da cesta de ações componentes do índice Bovespa na data t;

$r_{i,T}$ : taxa de juros acumulada no período T - t;

$d_{i,T}$ : taxa de dividendos do ativo para o período T - t.

Entretanto, ao substituirmos na expressão o valor do conjunto de ações pelo próprio índice, o termo contendo a taxa dos dividendos desaparece. Conforme afirma Leite et al. (1995), o retorno do índice Bovespa é definido como um indicador de retorno total “pois ele abrange não apenas as variações das cotações das ações componentes [...], mas também o rendimento proporcionado pelos dividendos e direitos a subscrição por ela distribuídos” (p.44). E por ser um indicador de retorno total, na formação de preços do contrato futuro do índice Bovespa por arbitragem, a razão de preços entre o contrato futuro e o índice Bovespa corresponde à taxa de juros livre de risco (Leite et al., p.111):

$$\bar{F}_{i,T} = I_t (1 + r_{i,T}) \{\text{eq. 5.2}\}$$

$\bar{F}_{t,T}$ : preço teórico do contrato futuro de índice Bovespa na data t.;

$I_t$ : número de pontos do índice Bovespa no fechamento da data t;

$r_{t,T}$ : taxa de juros acumulada no período T - t.

A expressão 5.2 foi utilizada para calcular o viés existente no preço do contrato futuro.

**b) Viés, prêmio ou diferença entre preço futuro e preço teórico.** Trata-se da diferença encontrada entre as cotações do contrato futuro e seu preço determinado pelo custo de carregamento. Matematicamente, elas podem ser expressas sob duas formas:

$$V_t = \frac{F_{t,T} - I_t \cdot (1 + r_{t,T})}{I_t \cdot (1 + r_{t,T})} \text{ \{eq. 5.3\}}$$

$$V_t = \ln(F_{t,T}) - \ln[I_t \cdot (1 + r_{t,T})] \text{ \{eq. 5.4\}}$$

$V_t$ : viés ou diferencial entre preço futuro e o valor teórico do contrato futuro;

$I_t$ : índice Bovespa à vista;

$F_{t,T}$ : preço do contrato futuro;

$r_{t,T}$ : taxa de juros no período T - t.

A equação 5.3 foi utilizada por Bhatt et al. (1990) para analisar o prêmio nos contratos de índice futuro. Embora a equação original tenha um termo representando os dividendos, isto não é necessário para o caso do índice Bovespa, conforme a explicação dada para a formação do preço teórico do índice. Esta primeira equação foi empregada no modelo para verificar a existência de um viés diferente de zero para as diversas séries de contrato futuro.

A equação 5.4 é semelhante a utilizada por Chatrath et al. (1997) para analisar os fatores que teriam alguma relação com o viés existente nos preços dos contratos futuros. A única diferença é que os autores não incluíram as taxas de juros ao período na expressão, preferindo analisá-la como uma variável independente. Esta segunda expressão foi empregada no modelo de regressão para identificar quais variáveis independentes são estatisticamente significantes para a predição do viés.



c) **Prazo.** A variável prazo corresponde ao número de dias a decorrer entre a cotação do contrato futuro e a data de vencimento. Nos modelos de regressão utilizados nos artigos, observou-se que o prazo era expresso em dias corridos. Neste estudo, a variável prazo teve como unidade o número de dias úteis. Esta decisão decorre da natureza e particularidades da formação de preços dos ativos no mercado financeiro brasileiro. Conforme observa Securato (1998):

*A contagem do número de dias entre duas datas de um determinado intervalo temporal é sempre feita em dias corridos no exterior. Nos mercados em reais utiliza-se o número de dias úteis na maioria dos casos (p.192).*

Para se obter o cálculo do prazo em dias úteis, basta aplicar a fórmula:

$$TTM = T - t - nfb \text{ \{eq. 5.5\}}$$

TTM: prazo em dias úteis;

T: data de vencimento do contrato futuro;

t: data atual da cotação do contrato;

nfb: número de feriados bancários entre as duas datas que tenham ocorrido em dia da semana.

d) **Hedging Imbalance.** Conforme visto no capítulo anterior, o *hedging imbalance* pode ser interpretado como o desequilíbrio na oferta e demanda por contratos futuros entre os *hedgers*. Este desequilíbrio pode ser mensurado como sendo a diferença entre a quantidade de contratos em aberto dos *hedgers* comprados e dos *hedgers* vendidos. Para a obtenção dos dados desta variável, alguns autores como Chatrath et al. (1997) e Krehbiel et al. (1996) recorreram aos números apurados pelo Commodity Futures Trading Commission (CFTC), uma espécie de CVM específica para os mercados futuros criada em 1974 nos Estados Unidos.

Uma das atividades do CFTC é a elaboração de um relatório semanal contendo a posição em aberto dos participantes do mercado futuro. Este relatório é preparado a partir das informações fornecidas pelos membros de compensação contendo a posição em

aberto de cada cliente ou corretora nos mercados futuros. O CFTC divulga os dados agregados classificando os participantes em dois grupos:

- comerciais (*commercial traders*): se o participante utilizar o contrato com a finalidade de hedge;
- não comerciais (*non-commercial traders*): podem ser caracterizados como especuladores.

A BM&F começou a apurar a posição em aberto dos participantes a partir de julho de 1995. Seus dados também dependem das informações fornecidas pelas corretoras e, diariamente, é divulgado no Boletim Diário da BM&F a posição em aberto dos participantes classificados da seguinte forma:

- pessoa física: todo investidor que compra ou vende contratos futuros em seu próprio nome;
- pessoa jurídica não-financeira: empresas que ligadas a outro ramo de atividade que não seja o sistema financeiro;
- pessoa jurídica financeira: bancos comerciais, bancos de investimento, empresas de leasing, sociedades corretoras e distribuidoras de valores mobiliários;
- investidores institucionais: fundos de pensão, seguradoras, fundos de previdência privada e fundos mútuos de investimento.

O grupo de investidores institucionais foi utilizado como *proxy* para representar o conjunto dos hedgers. De acordo com as regras da BM&F, os investidores institucionais são tidos como participantes que oferecem menor risco e, portanto, depositam uma margem inferior aos demais. Embora a BM&F não tenha divulgado nenhuma resolução sobre tal prática, supõe-se que a bolsa classifica as operações dos investidores institucionais como sendo aquelas que tenham por finalidade a proteção financeira.

A variável *hedging imbalance* pode ser calculada pela seguinte expressão:

$$HI_t = \frac{HC_t - HV_t}{AB_t} \text{ \{eq. 5.6\}}$$

$HC_t$ : número de contratos em aberto dos hedgers comprados na data  $t$ ;

$HV_t$ : número de contratos em aberto dos hedgers vendidos na data  $t$ ;

$AB_t$ : total de contratos em aberto na BM&F na data  $t$ .

e) **Taxa de juros ao período.** Trata-se de um dos componentes fundamentais para estimar o preço teórico do contrato futuro. Nesta pesquisa foram utilizados como estimadores das taxas de juros os contratos futuros de DI-1dia. A partir dos preços unitários dos contratos futuros de DI<sup>28</sup> é possível definir uma estrutura temporal de taxas de juros, que pode ser empregada no cálculo do preço teórico.

A razão para a utilização dos contratos futuros de depósito interfinanceiro é que eles refletem a expectativa de taxas de juros para o mercado de certificados de depósito interbancário (CDI). E de acordo com Securato (1998), “o sistema de taxas de juros no mercado brasileiro se baseia na taxa de CDI” (p.155). Além disso, é uma prática comum nas tesourarias de bancos e empresas a utilização dos contratos futuros de DI para a previsão das taxas de juros de mercado. Conforme explica Securato (1988):

*A grande liquidez destes contratos [DI] fez com que as taxas negociadas pudessem ser entendidas como expectativas bastante confiáveis das taxas de juros futuras, o que tem sido prática constante de muitos bancos atualmente (p.230).*

Para o cálculo da taxa de juros ao período foi adotada a seguinte expressão:

$$r_{t,T} = \frac{10000}{PU_1} \cdot \left( \frac{PU_1}{PU_2} \right)^{\frac{n_1}{n_1+n_2}} - 1 \{eq. 5.7\}$$

$r_{t,T}$ : taxa de juros no período  $T - t$ ;

$PU_1$ : preço unitário do contrato futuro de DI cujo mês de vencimento é igual ao do contrato futuro de índice Bovespa;

$PU_2$ : preço unitário do contrato futuro de DI cujo mês de vencimento é subsequente ao do contrato futuro de índice Bovespa;

$n_1$ : número de dias úteis entre a data  $T$  e a data de vencimento do contrato futuro de DI com preço unitário igual a  $PU_1$ ;

---

<sup>28</sup> Para simplificar a expressão, os contratos futuros de DI-1dia será chamado de DI.

$n_2$ : número de dias úteis entre a data T e a data de vencimento do contrato futuro de DI com preço unitário igual a  $PU_2$ .

### 5.4.3. Tratamento e análise dos dados.

O processamento dos dados envolveu a aplicação de do Teste-t de *student*, técnicas de regressão linear multivariada e aplicação de séries de tempo. Como ferramentas para a realização das análises foram utilizados o pacote estatístico SPSS (*Statistical Package for Social Sciences*) versão 8.0 profissional, a planilha eletrônica MS Excel versão 7.0 e o software de econometria E-Views (*Econometric Views*) versão 2.0.

Para verificar a hipótese de existência de um viés nas séries de contratos futuros do índice Bovespa foi aplicado o Teste-t de *student* para uma amostra na variável  $V_t$ . É importante observar que a variável viés dos contratos futuros nada mais é do que a diferença de duas amostras pareadas divididas por um termo comum:

$$V_t = \frac{F_{t,T}}{\bar{F}_{t,T}} - \frac{\bar{F}_{t,T}}{\bar{F}_{t,T}} \text{ \{eq. 5.8\}}$$

E o que se pretende determinar é se a média dos vieses é diferente de zero estatisticamente a partir da estatística t, que pode ser descrita por:

$$t = \frac{\bar{V} - 0}{S / \sqrt{n}} \text{ \{eq. 5.9\}}$$

$\bar{V}$ : média das diferenças dos preços teóricos e preços futuros;

n: número de elementos na amostra;

S: desvio padrão da amostra.

Se a hipótese nula de não existência do viés for rejeitada, isto é, se a estatística t assumir valores absolutos maiores que os definidos na sua distribuição para um nível de significância de 95%, significa que há indícios de um viés na série de preços futuros. Conforme observa Norusis (1996):

*quando se testa uma hipótese em estatística, assume-se que a hipótese nula descreve corretamente a situação. A hipótese nula é a estrutura de referência a partir do qual se julgará os resultados da*

amostra. [...] Na maioria das vezes, quando se realiza um experimento ou conduz um estudo, a hipótese nula afirma o contrário do que se espera ser verdadeiro (p.229).

É importante ressaltar que o Teste t parte da suposição de que a amostra testada é proveniente de uma população com distribuição normal ou que o tamanho da amostra seja suficientemente grande para recorrer ao Teorema do Limite Central. Para este estudo, como as amostras possuem mais que 30 observações, parte-se da idéia de que a estatística analisada tende a uma distribuição normal.

Para testar se os vieses que forem encontrados são motivados pelas variáveis *hedging imbalance*, tempo e variação das taxa de juros foi feita uma regressão linear multivariada da variável  $V_t$  contra os demais termos. Segundo Norusis (1996, p.472), uma regressão linear múltipla pode ser descrita a partir do modelo:

$$Y = \alpha + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \dots + \beta_n X_n \text{ \{eq. 5.10\}}$$

Y: variável dependente;

$X_i$ : variáveis independentes;

$\alpha$ : constante do modelo;

$\beta_i$ : coeficientes de regressão parciais.

De acordo com Chatrath et al. (1997, p.709), a diferença entre o preço do contrato futuro e o preço à vista de um ativo, denominado *basis*, deveria refletir somente o custo de carregamento que é composto pelo custo e benefícios de se manter o ativo, tais como taxa de juros, estocagem, taxas de conveniência. Supondo que tais custos possam ser avaliados continuamente:

$$\bar{F}_{t,T} = S_t e^{(r+sc-cy)(T-t)} \text{ \{eq. 5.11\}}$$

$\bar{F}_{t,T}$ : preço teórico do contrato futuro;

$S_t$ : preço do ativo à vista;

r: taxa de juros livre de risco;

sc: taxa de estocagem;

cy: taxa de conveniência.

Aplicando o logaritmo natural para os dois termos, pode-se simplificar a expressão.

$$\ln \bar{F}_{t,T} - \ln S_t = (r + sc - cy)(T - t) \text{ \{eq. 5.12\}}$$

Conforme ressaltado anteriormente, Leite et al.(1995, p.44) consideram que para o caso do contrato futuro de índice Bovespa, a diferença entre o índice à vista e o contrato futuro deve ser somente a taxa de juros livre de risco. Eliminando as demais variáveis da expressão anterior, temos:

$$\bar{F}_{t,T} = I_t e^{r(T-t)} \text{ \{eq. 5.13\}}$$

$\bar{F}_{t,T}$ : preço teórico do contrato futuro de índice Bovespa;

$I_t$ : valor do índice Bovespa;

$r$ : taxa de juros livre de risco.

Calculando o logaritmo dos dois termos, teremos:

$$\ln \bar{F}_{t,T} = \ln I_t + r(T - t) \text{ \{eq. 5.14\}}$$

Contudo, o preço teórico nem sempre corresponde ao preço observado nos negócios das bolsas de futuros. Esta diferença entre o preço teórico e o valor de mercado do contrato futuro é conhecida por viés. Das expressões anteriormente obtidas, pode-se calcular o viés no contrato futuro por:

$$V_t = \ln F_{t,T} - \ln \bar{F}_{t,T} = \ln F_{t,T} - \ln [I_t (1 + r_{t,T})] \text{ \{eq. 5.15\}}$$

Embora a fórmula do viés para este teste seja diferente da empregada no teste anterior, seus resultados são muito próximos. Tal artifício é empregado nos modelos de regressão quando se pretende estabelecer uma relação linear entre as variáveis. Para saber se o viés está relacionado com as variáveis<sup>29</sup> empregadas no trabalho de Chatrath et al. (1997), foi utilizada a seguinte regressão:

---

<sup>29</sup> Chatrath et al. também incluíram variáveis dummies mensais para captar efeitos sazonais sobre o viés nos preços futuros de commodities agrícolas. Neste estudo não serão utilizadas tais variáveis por estar tratando

$$V_t = \alpha + \beta_1 HI_t + \beta_2 \Delta r_t + \beta_3 TTM + \varepsilon_t \{\text{eq. 5.16}\}$$

As estatísticas examinadas foram as seguintes:

- $R^2$ : determina a proporção da variabilidade da variável dependente que pode ser explicada pelas variáveis independentes;
- R múltiplo: coeficiente de correlação entre o valor observado de V e o valor previsto no modelo de regressão;
- nível de significância da estatística F: determina se o conjunto das variáveis independentes não possuem uma relação linear com a variável independente;
- nível de significância dos coeficientes  $\beta_i$ : as variáveis dependentes que assumiram valores superiores a 5% no nível de significância foram aceitas como componentes do modelo.

Após a identificação das variáveis importantes para o modelo, foi necessário construir uma análise dos resíduos da regressão. Assim como na regressão linear, o modelo de regressão múltipla parte do pressuposto de que os resíduos possuem distribuição normal e variância constante. Para identificar a normalidade dos resíduos foi necessário construir o gráfico dos resíduos em função do tempo e realizar o teste de Durbin-Watson. Nos modelos em que a hipótese da normalidade dos resíduos não se verifica, o modelo de regressão construído não é válido.

Na hipótese de haver alguma característica na amostra que impossibilite o uso de um modelo de regressão linear, será feita uma análise de séries de tempo que comporte os problemas de heterocedasticidade da amostra assim como a existência de componentes autoregressivos.

---

de contratos futuros de um ativo financeiro. Parte-se da suposição de que o viés dos contratos de Ibovespa não dependem do período ano que estiver sendo negociado.

## 6.

### RESULTADOS OBTIDOS

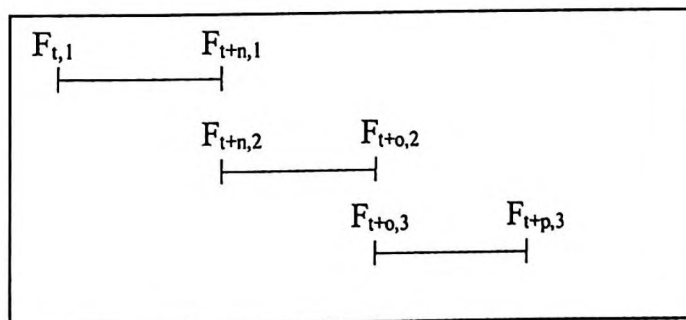
De acordo com os objetivos propostos por este trabalho, pretendeu-se (a) detectar a existência de um viés nos preços dos contratos futuros em relação ao preço teórico e (b) verificar se este viés está positivamente relacionado com a posição comprada ou vendida dos hedgers.

#### 6.1. Resultados do teste para identificação do viés

Para verificar se as séries de contratos futuros de Índice Bovespa possuem um viés positivo ou negativo, foi realizado um teste estatístico sobre a diferença entre a cotação e seu preço teórico. Os contratos futuros que foram testados são aqueles que passaram a ser negociados após a mudança do regime monetário em 1994. Até a conclusão desta pesquisa, foram incluídos todos os contratos futuros cujas séries iniciaram em agosto de 1994 e terminaram em outubro de 1998, totalizando 26 séries.

O tamanho da amostra escolhida de cada série para realizar o teste corresponde ao número de cotações de ajuste compreendido entre a data de encerramento da série anterior e o último dia de negociação da série em estudo. Desta maneira, evita-se a sobreposição de cotações ou o estudo de duas séries negociadas na mesma data:

**Figura 34 - Amostras sem sobreposição de dados**



$F_{t,1}$ : cotação do contrato futuro da série 1 negociado no instante  $t$ , com vencimento em  $t+n$ .



$F_{t+n,2}$ : cotação do contrato futuro da série 2 negociado no instante  $t+n$ , com vencimento em  $t+o$ .

$F_{t+o,3}$ : cotação do contrato futuro da série 3 negociado no instante  $t+o$ , com vencimento em  $t+p$ .

A Tabela 10 apresenta as séries analisadas e o número de cotações utilizadas para efetuar o teste:

**Tabela 10 - Séries de futuros de Índice Bovespa utilizadas**

Série	1994	1995	1996	1997	1998
Fevereiro		43	41	35	41
Abril		37	40	42	34
Junho		41	38	42	42
Agosto	29	44	45	39	39
Outubro	38	43	44	45	43
Dezembro	42	38	44	45	

Conforme pode ser observado pela Tabela 10, cada série possui em média 40 observações. Isto se deve ao fato de que o intervalo compreendido entre os vencimentos de dois contratos futuros sucessivos possui dois meses ou, em média, 40 dias úteis.

Para testar a hipótese de existência de viés nas séries de contratos futuros do Índice Bovespa foi utilizada a variável viés do preço futuro. Conforme pode ser observado na expressão 6.1, o viés no preço futuro é igual à diferença entre o preço futuro e o preço teórico dividida pelo preço teórico<sup>30</sup>. Na prática, o que está se medindo é a magnitude do viés em relação ao preço teórico expresso em percentuais.

---

<sup>30</sup> Esta divisão também foi empregada por Bhatt et al. (1990) e tem como efeito normalizar a variável. Ao fazê-lo, evita-se os problemas encontrados nas séries de contratos futuros do Índice Bovespa relacionados ao corte de "zeros".

$$V_t = \frac{F_{t,T} - \bar{F}_{t,T}}{\bar{F}_{t,T}} \quad \{\text{eq. 6.1}\}$$

$F_{t,T}$ : cotação do contrato futuro de índice Bovespa;

$\bar{F}_{t,T}$ : preço teórico do contrato futuro de índice Bovespa;

$V_t$ : viés do contrato futuro na data  $t$ .

Sobre esta variável foi calculada a média para cada uma das séries de contratos futuros:

$$\bar{V} = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n V_t \quad \{\text{eq. 6.2}\}$$

E para saber se a média dos vieses é estatisticamente diferente de zero para um nível de significância de 95%, foi empregado o Teste-t de student com duas caudas. Se a estatística  $t$  colhida dos vieses da série de contrato do Índice Bovespa for superior ao  **$t$  crítico** para o nível de significância adotado e para o número de graus de liberdade da amostra, a hipótese nula é rejeitada e portanto existe um viés. Desta forma, pode-se escrever as hipóteses de pesquisa da seguinte forma:

- $H_{0,1}$ :  $\bar{V} = 0$ . O viés da série de contrato futuro é nulo.
- $H_{1,1}$ :  $\bar{V} \neq 0$ . O viés da série de contrato futuro é diferente de zero.

A regra de decisão para aceitar ou rejeitar a hipótese nula se baseia na comparação da estatística  $t$  com o valor crítico de  $t$ . Se o valor absoluto de  $t$  for superior ao  **$t$  crítico**, rejeita-se a hipótese nula.

Os resultados do Teste-t de student bicaudal podem ser observados a partir da Tabela 11. As séries que apresentaram vieses positivos ou negativos estão destacadas em negrito. A rejeição da hipótese nula leva à aceitação da existência de viés nas séries de contratos futuros.

**Tabela 11 - Resultado do Teste-t bicaudal para existência de viés**

Série	t	t  crítico	G.L.	Nível de Sig.	Viés	Resultado
Ago-94	1,038	2,048	28	0,3083	0,17%	Aceita H <sub>0</sub>
Out-94	2,878	2,026	37	0,0066	0,49%	Rejeita H <sub>0</sub>
Dez-94	-1,814	2,020	41	0,0770	-0,38%	Aceita H <sub>0</sub>
Fev-95	-2,613	2,018	42	0,0124	-1,09%	Rejeita H <sub>0</sub>
Abr-95	-7,226	2,028	36	0,0000	-2,32%	Rejeita H <sub>0</sub>
Jun-95	-13,803	2,021	40	0,0000	-1,64%	Rejeita H <sub>0</sub>
Ago-95	-14,956	2,017	43	0,0000	-2,25%	Rejeita H <sub>0</sub>
Out-95	-7,366	2,018	42	0,0000	-1,93%	Rejeita H <sub>0</sub>
Dez-95	-9,960	2,026	37	0,0000	-1,33%	Rejeita H <sub>0</sub>
Fev-96	-19,314	2,021	40	0,0000	-1,74%	Rejeita H <sub>0</sub>
Abr-96	-14,516	2,023	39	0,0000	-1,90%	Rejeita H <sub>0</sub>
Jun-96	-14,743	2,026	37	0,0000	-1,20%	Rejeita H <sub>0</sub>
Ago-96	-11,800	2,015	44	0,0000	-1,69%	Rejeita H <sub>0</sub>
Out-96	-9,182	2,017	43	0,0000	-1,28%	Rejeita H <sub>0</sub>
Dez-96	-2,608	2,017	43	0,0125	-0,19%	Rejeita H <sub>0</sub>
Fev-97	-5,748	2,032	34	0,0000	-0,35%	Rejeita H <sub>0</sub>
Abr-97	1,504	2,020	41	0,1404	0,11%	Aceita H <sub>0</sub>
Jun-97	-6,034	2,020	41	0,0000	-0,37%	Rejeita H <sub>0</sub>
Ago-97	1,726	2,024	38	0,0925	0,15%	Aceita H <sub>0</sub>
Out-97	-1,676	2,015	44	0,1009	-0,18%	Aceita H <sub>0</sub>
Dez-97	-5,384	2,015	44	0,0000	-0,88%	Rejeita H <sub>0</sub>
Fev-98	-7,648	2,021	40	0,0000	-0,90%	Rejeita H <sub>0</sub>
Abr-98	-7,911	2,035	33	0,0000	-0,58%	Rejeita H <sub>0</sub>
Jun-98	-7,279	2,020	41	0,0000	-0,82%	Rejeita H <sub>0</sub>
Ago-98	-6,959	2,024	38	0,0000	-0,56%	Rejeita H <sub>0</sub>
Out-98	-2,180	2,018	42	0,0349	-1,87%	Rejeita H <sub>0</sub>

De acordo com os resultados da Tabela 11, as séries de contratos futuros que apresentaram vieses positivos, negativos ou nulos podem ser assim classificadas:

**Quadro 12 - Classificação dos contratos de acordo com o viés - Teste t bicaudal**

Viés	Série
Positivo ( $H_{0,1}$ é rejeitada)	Out/94
Negativo ( $H_{0,1}$ é rejeitada)	Fev/95, Abr/95, Jun/95, Ago/95, Out/95, Dez/95, Fev/96, Abr/96, Jun/96, Ago/96, Out/96, Dez/96, Fev/97, Jun/97, Dez/97, Fev/98, Abr/98, Jun/98, Ago/98 e Out/98
Zero ( $H_{0,1}$ é aceita)	Ago/94, Dez/94, Abr/97, Ago/97 e Out/97

Conforme se observa no Quadro 12, das 26 séries de contratos futuros analisadas, 21 séries (81%) apresentaram vieses positivos ou negativos. Apenas 5 séries não tiveram cotações cujas médias fossem estatisticamente diferentes de zero. E das séries que apresentaram vieses, 20 delas (95%) apresentaram cotações inferiores ao preço teórico e somente uma apresentou viés positivo.

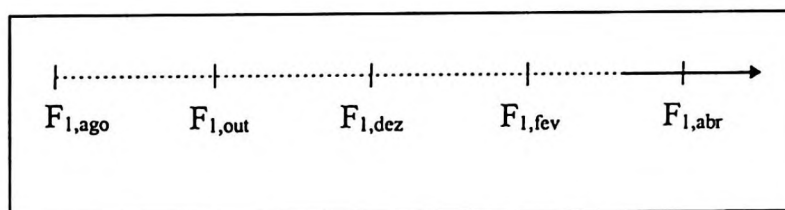
A presença de vieses negativos na maioria das amostras de contratos futuros do índice Bovespa mostra que os contratos futuros são negociados por um preço abaixo de seus preços teóricos. Isto é, os contratos são negociados com desconto. Este resultado é consistente com os experimentos feitos por Bradford e French (1983) e por Figlewski (1984), que estudaram os preços dos contratos futuros do índice S&P500 e do NYSE *Composite Index*. Contudo, diverge dos resultados obtidos por Bhatt e Cakici (1990), que mostram a presença de um viés positivo ao estudarem os contratos futuros do índice S&P500.

Isto significa que o modelo de formação de preços utilizado, baseado no princípio da arbitragem e que resultou o preço teórico do futuro de IBOVESPA, é insuficiente para explicar os preços reais negociados no mercado. E tal resultado nos leva a seguinte questão: haveria outra variável importante no modelo de preços dos contratos futuros que deveria ser levada em consideração? Seria esta diferença produzida pela existência de um prêmio pelo risco que tornam os contratos futuros mais baratos ou mais caros em relação ao custo de carregamento?

## 6.2. Resultado do teste para identificação das variáveis relacionadas com o viés do contrato futuro

Para identificar as variáveis que poderiam influenciar a formação do viés nos preços dos contratos futuros foi utilizado um modelo de regressão múltiplo com as mesmas variáveis empregadas no trabalho de Chatrath et al. (1997). A amostra utilizada neste teste contém cerca de 810 observações diárias das variáveis dependentes e independentes com início em julho de 1995<sup>31</sup> e término em outubro de 1998. A exemplo da metodologia empregada por Chatrath et al., este teste tratou as observações dos vieses nas séries de contratos futuros como uma única série. A medida que uma série de contratos terminava, foram incluídas as observações da série subsequente sem que houvesse sobreposição de dados:

**Figura 35 - Observações encadeadas dos contratos futuros**

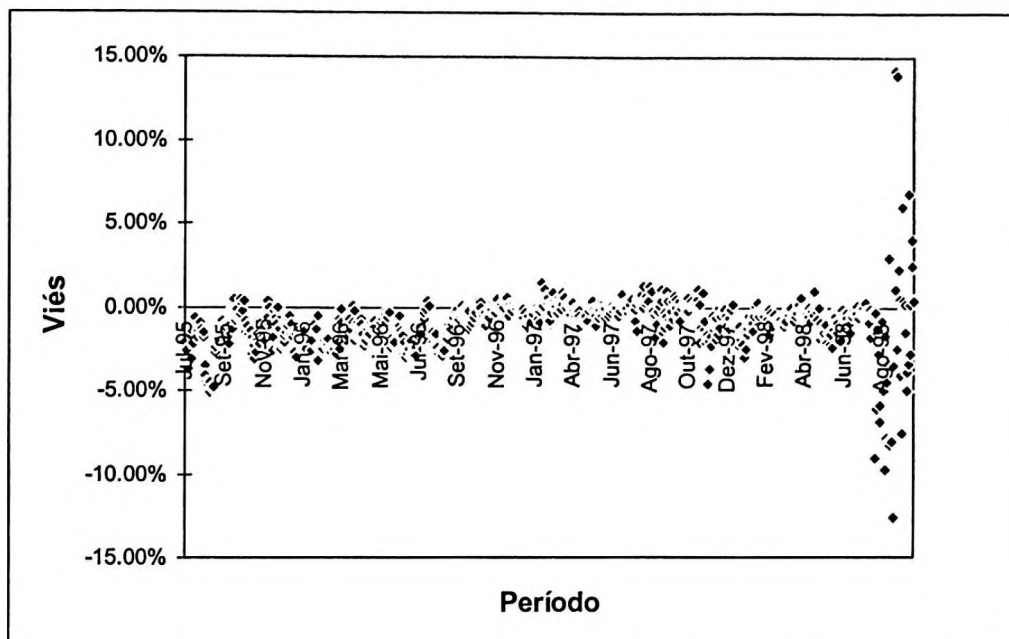


Uma análise preliminar da variável dependente viés do preço futuro mostrou a existência de diversos *outliers* concentrados no período compreendido entre agosto e outubro de 1998 conforme a Figura 36:

---

<sup>31</sup> O motivo para a redução da amostra decorre da inexistência de dados sobre a variável hedging imbalance no período anterior a julho de 1995.

**Figura 36 - Comportamento do viés ao longo do tempo**



É interessante observar que o momento em que ocorreram os valores mais extremos e da variável viés coincidiram com o período imediatamente após o anúncio da moratória da dívida externa pelo governo da Rússia. Neste período, os índices das bolsas de valores dos países emergentes, entres os quais o índice Bovespa, apresentaram variações muito altas que podem ter produzido um descompasso com o índice futuro. Como a existência de *outliers* na amostra pode comprometer a estimação dos resultados da pesquisa, foram eliminados os dados posteriores a 12 de agosto de 1998, resultando uma amostra com 767 observações.

A estatística descritiva das variáveis em estudo foram calculadas e descritas na Tabela 12:

**Tabela 12 - Estatística descritiva das variáveis**

Variável	Casos	Mínimo	Máximo	Média	Desvio-Padrão
$V_t$	767	-0,051	0,014	$-9,2 \cdot 10^{-3}$	$1,05 \cdot 10^{-2}$
$\Delta r_t$	767	-0,046	0,078	$-4,8 \cdot 10^{-4}$	$6,68 \cdot 10^{-3}$
$HI_t$	767	-0,724	0,403	$-2,3 \cdot 10^{-2}$	0,128275
$TTM_t$	767	1,00	45,00	21,1226	12,1133

O modelo de regressão utilizado para identificar as variáveis que se relacionam com o viés pode ser descrito pela expressão 6.3:

$$V_t = \alpha + \beta_1 HI_t + \beta_2 \Delta r_t + \beta_3 TTM_t + \varepsilon_t \text{ \{eq. 6.3\}}$$

$\alpha$ : intercepto da reta de regressão;

$HI_t$ : *hedging imbalance* (proporção de contratos em aberto dos hedgers que é suprido pelos especuladores);

$\Delta r_t$ : variação diária das estimativas das taxas de juros anuais;

$TTM_t$ : prazo a decorrer em dias úteis entre a data do contrato e seu vencimento;

$\varepsilon_t$ : resíduo da regressão.

E as hipóteses de pesquisa são descritas no Quadro 13:

**Quadro 13 - Descrição das hipóteses de pesquisa**

Variável	Hipóteses	Descrição
Hedging imbalance	$H_{0,2}: \beta_1 \leq 0$	Não existe uma associação positiva entre a posição líquida dos hedgers e o viés do preço futuro
	$H_{1,2}: \beta_1 > 0$	Existe uma associação positiva entre a posição líquida dos hedgers e o viés do preço futuro <sup>32</sup>
Variação da taxa de juros	$H_{0,3}: \beta_2 = 0$	A variação das taxas de juros não afeta o viés do preço do contrato futuro
	$H_{1,3}: \beta_2 \neq 0$	A variação das taxas de juros afeta o viés do preço do contrato futuro
Prazo a decorrer	$H_{0,4}: \beta_3 = 0$	O prazo a decorrer não afeta o viés do preço do contrato futuro
	$H_{1,4}: \beta_3 \neq 0$	O prazo a decorrer não afeta o viés do preço do contrato futuro

Para calcular os coeficientes do modelo utilizou-se o método dos mínimos quadrados ordinários (MQO) da regressão linear múltipla do software SPSS com o método de seleção de variáveis *stepwise*<sup>33</sup>. A obtenção dos coeficientes de uma regressão linear com MQO parte de alguns pressupostos:

- os resíduos da regressão são independentes e identicamente distribuídos (normal);
- a variância dos resíduos é constante (homocedasticidade).

<sup>32</sup> A associação positiva entre a variável HI e o viés é necessária para a existência do prêmio. Quando a variável HI assume valores positivos, os hedgers estão comprados no contrato futuro. Portanto, espera-se que os preços destes contratos fiquem mais caros que o preço teórico, gerando um viés positivo.

<sup>33</sup> O modo *stepwise* é um procedimento que inclui e exclui as variáveis em um modelo de regressão de acordo com a estatística F do modelo.



Se os resíduos da regressão violarem as hipóteses mencionadas, os estimadores do modelo não terão algumas características desejadas, isto é, eficiência e consistência. A Tabela 13 ilustra os resultados da regressão multivariada:

**Tabela 13 - Resultado da regressão multivariada**

Modelo	N	SQ. Reg. SQ. Res. SQ. Total	R R <sup>2</sup> R <sup>2</sup> Ajust.	F Sig (F) DW	Constante	Variáveis independentes		
					Cte α	HI β <sub>1</sub>	ΔR β <sub>2</sub>	TTM β <sub>3</sub>
					t Sig(α)	t Sig(β <sub>1</sub> )	t Sig(β <sub>2</sub> )	t Sig(β <sub>3</sub> )
1	767	0.007	0.284	66.936	-0.009	0.023	Excluído	Excluído
		0.077	0.080	0.000	-23.376	8.181		
		0.084	0.079	0.396	0.000	0.000		
2	767	0.014	0.414	84.166	-0.003	0.026	Excluído	0.000
		0.069	0.172	0.000	-4.274	9.547		-9.174
		0.084	0.170	0.412	0.000	0.000		0.000

De acordo com os resultados fornecidos pelo SPSS, o método *stepwise* produziu dois modelos, sendo que o número dois é considerado melhor por ter um melhor poder explicativo conforme pode ser observado pelo maior valor do coeficiente de múltipla determinação (R<sup>2</sup>) e pelo menor valor da soma dos quadrados dos resíduos (SQ.Res.). A partir do valor de R<sup>2</sup>, pode-se dizer que o modelo 2 consegue explicar 17,2% da variância da variável, enquanto o modelo 1 responde por apenas 8% da variância do viés no preço futuro.

Pelo resultado do teste F (teste de Wald), que testa a hipótese conjunta de todos os coeficientes das variáveis serem iguais a zero, ambos os modelos apresentaram valores superiores ao F crítico. Conforme a Tabela 13, o *p-value* (Sig.F) apresentado é menor que o nível de significância de 5%. Isto significa que os modelos apresentaram pelo menos uma variável independente que tivesse poder explicativo sobre o viés.

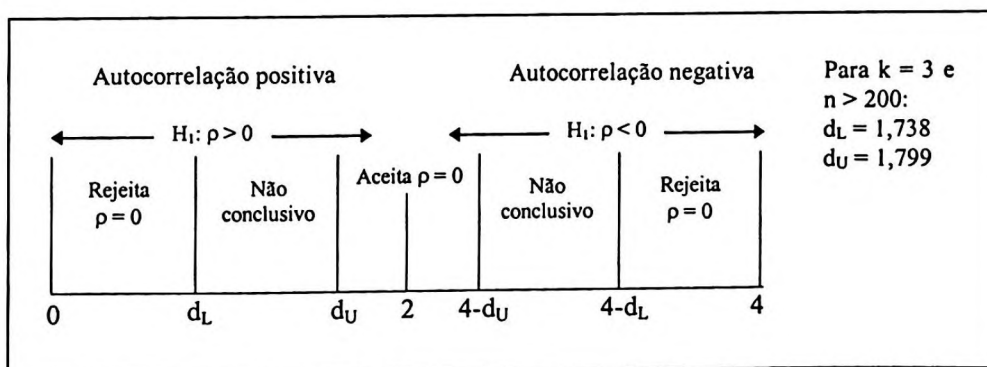
E segundo o Teste-t de Student dos coeficientes do modelo, ao nível de significância de 5% foram rejeitadas ou não as seguintes hipóteses:

**Quadro 14 - Hipóteses rejeitadas e não-rejeitadas**

Hipóteses	Modelo 1	Modelo 2
$H_{0,2}$ : a posição líquida dos hedgers não afeta o viés do preço do contrato futuro	Rejeitada	Rejeitada
$H_{0,3}$ : a variação das taxas de juros não afeta o viés do preço do contrato futuro	Não rejeitada	Não rejeitada
$H_{0,4}$ : o prazo a decorrer não afeta o viés do preço do contrato futuro	Não rejeitada	Rejeitada

Embora o teste de hipótese tenha indicado as variáveis (HI e TTM) que tiveram poder explicativo sobre a variável dependente, as séries de dados dos vieses apresentam problemas de autocorrelação dos resíduos conforme podem ser observadas pelo teste de Durbin-Watson (DW). De acordo com Ramanathan (1998, p.436), para saber se os resíduos estão correlacionados em primeira ordem deve-se comparar a estatística DW com os valores apresentados pela Figura 37:

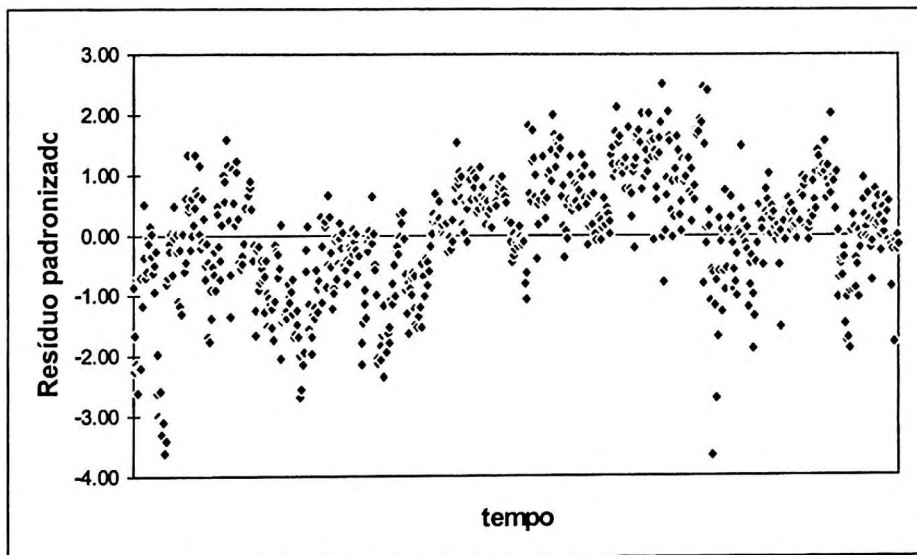
**Figura 37 - Teste de Durbin-Watson**



Como o valor da estatística Durbin-Watson ( $DW = 0,412$ ) do modelo 2 é inferior ao piso ( $d_L = 1,738$ ), a hipótese nula de inexistência de autocorrelação positiva dos resíduos foi rejeitada. O gráfico abaixo mostra o comportamento dos resíduos ao longo do tempo e sugere a existência de autocorrelação positiva. De acordo com a Figura 38,

observa-se que os resíduos não estão distribuídos aleatoriamente ao longo do eixo. A existência de resíduos em um dado instante altera a probabilidade do resíduo e magnitude do resíduo no momento posterior:

**Figura 38 - Resíduos da regressão por MQO**



E de acordo com Kutner et al. (1996, p.497), quando os resíduos de um modelo são serialmente correlacionados, a utilização do método de MQO para estimação dos coeficientes produz as seguintes consequências:

- os coeficientes da regressão continuam sendo não viciados, mas não têm a propriedade de menor variância e se tornam ineficientes;
- erro padrão da estimativa subestima a variância dos resíduos;
- intervalos de confiança e testes que se utilizam das distribuições t de Student e F não se aplicam de forma estrita.

Portanto, o modelo de estimação dos vieses dos preços futuros deve ser alterado para captar o efeito da autocorrelação de primeira ordem dos resíduos:

$$\varepsilon_t = \rho\varepsilon_{t-1} + u_t \text{ \{eq. 6.4\}}$$

$\varepsilon_t$ : resíduo da série no instante t;

$\rho$ : coeficiente de correlação entre os resíduos;

$u_t$ : distúrbio aleatórios e independentes.

Incorporando a autocorrelação dos resíduos no modelo, temos que o viés do preço futuro é função das seguintes variáveis:

$$V_t = \alpha + \beta_1 HI_t + \beta_2 \Delta r_t + \beta_3 TTM_t + \rho \varepsilon_{t-1} + u_t \text{ \{eq. 6.5\}}$$

Para estimar os coeficientes do modelo autoregressivo, foi utilizado o procedimento iterativo de Cochrane-Orcutt do software E-views. Os resultados produzidos podem ser observados na Tabela 14:

**Tabela 14 – Resultado da regressão (novo modelo)**

N	SQ. Reg. SQ. Res. SQ. Total	R R <sup>2</sup> R <sup>2</sup> Ajust.	F Sig (F)	Constante	Variáveis independentes			
				Cte α t Sig(α)	HI β <sub>1</sub> t Sig(β <sub>1</sub> )	ΔR β <sub>2</sub> t Sig(β <sub>2</sub> )	TTM β <sub>3</sub> t Sig(β <sub>3</sub> )	ε β <sub>4</sub> t Sig(β <sub>3</sub> )
766	0.060	0.845	476.588	-0.0032	0.0058	-0.1524	-0.0003	0.8249
	0.024	0.715	0.000	-2.3447	1.6079	-5.8049	-8.0804	40.0189
	0.084	0.713		0.0193	0.0540	0.0000	0.0000	0.0000

De acordo com a estatística F apresentada na Tabela 14, pelo menos uma variável consegue explicar o fenômeno do viés. Pode-se perceber que o acréscimo do resíduo defasado contribuiu substancialmente para a diminuição dos resíduos e para o aumento do coeficiente de múltipla determinação (R<sup>2</sup> = 0,715) se comparado com o resultado da Tabela 13.

Por este novo modelo, as hipóteses iniciais que foram rejeitadas ou não rejeitadas estão resumidas no Quadro 15:

**Quadro 15 - Hipóteses rejeitas e não-rejeitadas no modelo autoregressivo**

Hipóteses	Resultado
H <sub>0,2</sub> : a posição líquida dos hedgers não afeta o viés do preço do contrato futuro	Não rejeitada
H <sub>0,3</sub> : a variação das taxas de juros não afeta o viés do preço do contrato futuro	Rejeitada
H <sub>0,4</sub> : o prazo a decorrer não afeta o viés do preço do contrato futuro	Rejeitada

E as variáveis estatisticamente significativas, que foram consideradas importantes para a formação dos vieses nos contratos futuros, são:

- variação das taxas de juros ( $\Delta R$ :  $t = -5,80$ );
- prazo a decorrer dos contratos futuros (TTM:  $t = -8,08$ );
- resíduo defasado em primeira ordem ( $\epsilon$ :  $t = 40,02$ ).

De acordo com os resultados da pesquisa, a variável *hedging imbalance* não foi estatisticamente significativa para a formação do viés nos contratos futuros para um nível de significância de 5%. Isto significa que a posição comprada ou vendida dos hedgers e especuladores não afeta o viés, contrariando a hipótese de existência do prêmio pelo risco nos mercados futuros. Portanto, não se pode afirmar que há indícios de um prêmio pelo risco fluindo dos hedgers para os especuladores. Este resultado corrobora a pesquisa de Chatrath et al. (1997), que também não identificaram um prêmio pelo risco para a amostra de commodities agrícolas.

A adoção de níveis de significância maiores ao *p-value*, como 10%, levaria à aceitação da variável HI como componente do modelo de formação do viés. Desta forma, a conclusão seria modificada para a idéia de existência de um prêmio pelo risco.

Por outro lado, a existência de viés dos preços futuros pode ser explicada pela variação das taxas de juros e pelo tempo de maturidade do contrato, componentes do modelo de formação de preços destes contratos pelo princípio da arbitragem. Variações nas taxas de juros estão negativamente relacionadas com o viés, contribuindo para que o preço de mercado diminua em relação ao preço teórico. O mesmo é válido para o prazo a decorrer com os contratos futuros. As variações do prazo estão negativamente relacionadas com o viés, forçando os preços futuros para baixo.

A presença de resíduos positivamente correlacionados com outros também foi considerado um fator explicativo para o viés. Conforme explica Kutner (1996, p.497), a autocorrelação de resíduos pode ser causada por alguma variável desconsiderada no modelo. A incorporação de parte deste resíduo pode ser aproveitado para realizar previsões do viés seguinte, diminuindo o erro de previsão. Nesta pesquisa, verificou-se que uma parcela do resíduo total do viés do preço do contrato futuro de índice Bovespa é

uma variável que está positivamente associada à diferença entre o preço teórico e o preço de mercado.

## 7.

### CONSIDERAÇÕES FINAIS

A importância adquirida pelos mercados futuros nas últimas décadas despertou a curiosidade de diversos acadêmicos sobre aspectos relacionados ao seu papel na economia. Entre as principais linhas de estudos, podem ser mencionadas a eficiência dos mercados futuros, o poder de previsão de seus participantes e o prêmio pelo risco nos contratos futuros.

A questão do prêmio pelo risco nos contratos futuros tem sua origem na teoria do *normal backwardation*, formulada por Keynes por volta dos anos 30. De acordo com esta teoria, em um mercado composto por hedgers e especuladores avessos ao risco, em que os hedgers mantêm posições vendidas e os especuladores posições compradas, o preço do contrato futuro é uma estimativa viesada do preço à vista. Este fenômeno surge pelo fato dos especuladores exigirem uma recompensa pelo risco que estarão correndo, forçando os preços dos contratos para baixo.

A teoria proposta por Keynes motivou vários estudiosos a realizarem análises empíricas para comprovarem ou rejeitarem a hipótese do prêmio pelo risco, entre os quais Telser (1958), Gray (1961), Dusak (1973), Bessembider (1993) e Chatrath et al.(1997). Desde o final da década de 50 até o momento, surgiram testes envolvendo diferentes tipos de contratos futuros e metodologias sem que houvesse um resultado conclusivo. Uma crítica que pode ser feita a maior parte dos estudos anteriores é o fato de terem utilizado a abordagem tradicional do prêmio ex-post. Tendo em vista a impossibilidade de se observar a expectativa dos preços à vista, costuma-se medir o prêmio nos contratos futuros pelo resultado financeiro no mercado futuro.

A pequena quantidade de teses e artigos no Brasil sobre mercados futuros e, especificamente, sobre prêmio pelo risco serviu como motivação para iniciar uma pesquisa que analisasse a realidade das bolsas de futuros no país. A escolha do contrato futuro de IBOVESPA como amostra deste estudo surgiu em decorrência da importância dos índices de ações e do reduzido número de trabalhos sobre contratos futuros de índices de ações.

O objetivo desta dissertação foi realizar uma investigação sobre a existência do prêmio pelo risco nos contratos futuros de índice Bovespa adotando como referência a metodologia utilizada por Chatrath et al. (1997). Neste trabalho, buscou-se identificar a existência de um viés nas cotações do futuro do IBOVESPA e verificar se havia alguma relação com a posição assumida pelos participantes no mercado futuro. A associação positiva entre o viés e a posição líquida dos hedgers nos mercados futuros seria um indício da existência de um prêmio pelo risco instantâneo. Por esta metodologia, foi possível examinar as situações em que o viés assume valores positivos ou negativos e não se fez restrições quanto à posição de hedgers e especuladores nos mercados.

Para responder à hipótese inicial deste trabalho, foi feita uma análise cross-section dos vieses dos contratos futuros para uma amostra contendo todas as séries de contratos lançadas após o plano Real em julho de 1994 e encerrando em outubro de 1998. Descobriu-se que a maior parte das séries apresenta cotações viesadas. E existe uma predominância de séries de contratos futuros com viés negativo, mostrando que os preços futuros são negociados por um desconto em relação ao preço teórico.

Quanto às demais hipóteses desta pesquisa, procurou-se investigar quais variáveis seriam explicativas para a existência de tais vieses. De acordo com estudo de Bhatt et al. (1990) e Chatrath et al. (1997), as variáveis que poderiam influenciar tal viés seriam a variação das taxas de juros, o prazo a decorrer até o vencimento do contrato e a posição líquida dos hedgers no mercado. Para identificar as variáveis foi realizada uma regressão múltipla dos vieses dos preços futuros, considerando também os problemas de autocorrelação da série.

De acordo com os resultados da pesquisa, pode-se inferir que:

- os preços dos contratos futuros apresentaram vieses em 21 séries de contratos em uma amostra composta por 26 séries. Apenas uma série apresentou viés positivo. Isto sugere que os contratos futuros são negociados com desconto em relação ao preço teórico. A presença de um viés negativo sobre os preços do futuro do índice Bovespa tende a favorecer os participantes que se posicionam na compra de tais contratos;



- o viés presente nas cotações dos futuros de Ibovespa não tem associação positiva ( $P\text{-value} = 0,054$ ) com a posição assumida pelos hedgers nos mercados futuros para um nível de significância de 5%. Portanto, não se pode rejeitar a hipótese de que o viés presente nas cotações futuras não é decorrência de um prêmio pelo risco;
- para níveis de significância superiores ao  $P\text{-value}$ , a posição assumida pelos hedgers se torna estatisticamente importante;
- a variação das taxas de juros é uma variável explicativa para o viés do preço futuro ( $P\text{-value} = 0,000$ ). Os resultados mostram uma associação negativa entre a variação das taxas de juros e o viés. Isto significa que um aumento das taxas de juros tende a fazer com que o preço do contrato futuro diminua em relação ao preço teórico, favorecendo os investidores que queiram comprá-los;
- o prazo a decorrer entre a emissão dos contratos futuros e a data de vencimento também foi considerado relevante para a explicação do viés ( $P\text{-value} = 0,000$ ). Foi encontrada uma relação negativa entre o prazo e o viés do preço futuro. Quanto maior o prazo a decorrer, menor será o preço futuro em relação ao seu preço teórico, favorecendo uma posição comprada;
- observou-se uma autocorrelação positiva dos resíduos que pode ser influência de alguma variável ausente no modelo. Tal resultado abre oportunidades para investigações futuras sobre qual variável deveria ser adicionada ao modelo.

As evidências encontradas nesta pesquisa apontam algumas estratégias que podem ser adotadas por fundos de pensão e de investimentos na administração de carteiras. A reprodução do portfólio do índice Bovespa se torna mais vantajosa pela compra de contratos futuros de índices de ações do que a composição da carteira com ações à vista.

Evidentemente, as conclusões obtidas neste trabalho estão sujeitos às restrições e pressupostos adotados na metodologia. Ao desconsiderar os custos de transação e

impostos que incidem sobre os negócios, este trabalho abre espaço para análises que possam incorporar tais variáveis. Da mesma forma, seriam proveitosos estudos sobre prêmio pelo risco envolvendo contratos futuros referenciados em outros ativos como taxas de juros, dólar comercial, commodities agrícolas e demais contratos futuros considerados importantes pelo mercado financeiro.

## 8.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALEXANDER, Gordon J., W. F. SHARPE & J. V. BAYLEY. *Fundamentals of Investments*, 2ª ed., Prentice Hall, New Jersey, 1993.
- ANTONIOU, Antonios & P. HOLMES. “Futures market efficiency, the unbiasedness hypothesis and variance-bounds tests: the case of the FTSE-100 futures contract”, *Bulletin of Economic Research*, 48:2, pp.115-128, 1996.
- ARDITTI, Fred D. *Derivatives: a Comprehensive Resource for Options, Futures, Interest Rate Swaps, and Mortgage Securities*, 1ª ed., Harvard Business School Press, Boston, 1996.
- ARROW, Kenneth J. *Essays in the Theory of Risk-Bearing*, 1ª ed., North-Holland, Amsterdam, 1971.
- BASTOS, Lília da R., L. PAIXÃO, L. M. FERNANDES & N. DELUIZ. *Manual para a Elaboração de Projetos e Relatórios de Pesquisa, Teses, Dissertações e Monografias*, 4ª ed., Livros Técnicos e Científicos Editora S/A, Rio de Janeiro, 1995.
- BAXTER, Martin & A. RENNIE. *Financial Calculus*, 1ª ed., Cambridge University Press, New York, 1998.
- BERNSTEIN, Jake. *How the Future Markets Work*. New York Institute of Finance, 1989.
- BERNSTEIN, Peter L. *Capital Ideas: The Improbable Origins of Modern Wall Street*, 3ª ed. Free Press, New York, 1992.
- BERNSTEIN, Peter L. *Against the Gods*, John Wiley & Sons, New York, 1996.
- BHATT, Swati e N. CAKICI. “Premiums on Stock Index Futures - Some Evidence”, *The Journal of Futures Markets*, 10, nº 4, pp. 367-375, 1990.
- BLACK, Fischer. “The Pricing of Commodity Contracts”, *Journal of Financial Economics*, 3, pp. 167-179, 1976.

- BODIE, Zvi & R. C. MERTON. *Finance*, 1ª ed., Prentice-Hall, New Jersey, 1998.
- BOLSA DE MERCADORIAS & FUTUROS. *Boletim Diário da BM&F*. Série de boletins consultados de 1995-1998.
- BOLSA DE MERCADORIAS & FUTUROS. “Especificações do Contrato Futuro de Ibovespa”. Texto extraído em 03/11/98 da *World Wide Web*: <http://www.bmf.com.br/pages/contratos1/indexcontratos1.htm>.
- BOLSA DE VALORES DE SÃO PAULO. “Metodologia de Cálculo do Ibovespa”. Texto extraído em 03/11/98 da *World Wide Web*: <http://www.bovespa.com.br/index.htm>.
- BREALEY, Richard A. & S. C. MYERS. *Principles of Corporate Finance*, 4ª ed. McGraw-Hill, New York, 1991.
- BRENNAN, M. J. “The Supply of Storage”, *American Economic Review*, Vol. 48, pp. 50-72, Mar. 1958.
- BRITO, Ney R. O. *Índice brasileiro de ações: uma proposição*. In: BRITO, Ney R. O. (ed.). *Gestão de Investimentos*, Atlas, São Paulo, 1989.
- BRUNI, Adriano L. Risco, retorno e equilíbrio: uma análise do modelo de precificação de ativos financeiros na avaliação de ações negociadas na Bovespa (1988-1996), *Dissertação de Mestrado*, FEA/USP, São Paulo, 1998.
- BURNS, Joseph M. *Future Markets and Market Efficiency*. In: STREIT, M.E. (ed.). *Future Markets: Modelling, Managing and Monitoring Futures Trading*, Basis Blackwell, 1983.
- CASTRO, Cláudio de M. e. *A prática da pesquisa*, 1ª ed., McGraw-Hill, São Paulo, 1977.
- CECCO, Nilo M. M. A Estabilidade do coeficiente beta: uma análise empírica no mercado de ações, *Dissertação de Mestrado*, EAESP/FGV, São Paulo, 1986.
- CHANCE, Don. *An Introduction to Derivatives*, 4ª ed., The Dryden Press, Orlando, 1998.
- CHANG, Eric C. “Returns to Speculators and the Theory of Normal Backwardation”, *The Journal of Finance*, 15, nº 1, pp. 193-208, Mar. 1985.

- CHATRATH, Arjun, Y. LIANG & F. SONG. "Commitment of Traders, Basis Behavior, and the Issue of Risk Premia in Futures markets", *The Journal of Futures Markets*, 17, nº 6, pp. 707-731, 1997.
- CLEMEN, Robert T. *Making hard decisions: An Introduction to Decision Analysis*, 2ª ed., Duxbury Press, Pacific Grove, 1996.
- CLINI, Paulo E. Mercados Futuros Eficientes: Resultados de Testes de Cointegração para o caso do índice Bovespa, *Dissertação de Mestrado*, FEA/USP, São Paulo, 1995.
- COOPER, Rick. "Risk Premia in the Futures markets and Forward Markets", *The Journal of Futures Markets*, 13, nº 4, pp. 357-371, 1993.
- COPELAND, Thomas E. & F. J. WESTON. *Financial Theory and Corporate Policy*, 3ª edição, Addison Wesley, New York, 1992.
- CORNELL, Bradford & K. R. FRENCH. "The Pricing of Stock Index Futures", *The Journal of Futures Markets*, 3, nº 1, pp. 1-14, 1983.
- CORNELL, Bradford & M. R. REINGANUM. "Forward and Futures Prices: Evidence from the Foreign Exchange Markets", *The Journal of Finance*, December, vol. XXXVI, n. 12, pp. 1035-1046, 1981.
- COX, John C., J. E. INGERSOLL Jr & S. A. ROSS. "The Relation Between Forward Prices and Futures Prices", *Journal of Financial Economics*, 9, pp. 321-346, 1981.
- DEAVES, Richard & I. KRINKSKY. "Do Futures Prices for Commodities Embody Risk Premiums?", *The Journal of Futures Markets*, 15, nº 6, pp. 637-648, 1995.
- DUFFIE, Darrel. *Futures Markets*, Prentice-Hall, New Jersey, 1989.
- DUSAK, Katherine. "Futures Trading and Investor Returns", *The Journal of Political Economy*, 81, pp. 1387-1406, Nov. 1973.
- EDWARDS, Franklin R. & C. W. MA. *Futures & Options*. McGraw-Hill, New York, 1992.
- FAMA, Eugene F. *Foundations of Finance*, Basic Books, New York, 1976.

- FAMA, Eugene F. & K. R. FRENCH. "Commodity Futures Prices: Some Evidence on Forecast Power, Premiums and the Theory of Storage", *Journal of Business*, 60, nº 1, pp. 55-73, 1987.
- FAMA, Eugene F. "Efficient capital markets: II", *Journal of Finance*, vol. 46, pp. 1575-1617, 1991.
- FERREIRA, Alcides & N. HORITA. *BM&F. A história do mercado futuro no Brasil*, 1ª ed., Cultura Editores Associados, São Paulo, 1996.
- FIGLEWSKI, Stephen. "Explaining the Early Discounts on Stock Index Futures: The Case for Disequilibrium", *Financial Analysts Journal*, pp. 43-67, July-August, 1984.
- FRENCH, Kenneth R. "A Comparison of Futures and Forward Prices", *Journal of Financial Economics*, 12, pp. 311-342, 1983.
- FUTURES INDUSTRY ASSOCIATION. "World Futures & Options Volume Nears Two Billion Mark". Texto extraído em 18/11/98 da *World Wide Web*: <http://www.fiafii.org/fia/press/pressvol97.html>
- GRAY, Roger. "The Search for a Risk Premium", *The Journal of Political Economy*, 69, pp. 250-260, Jun. 1961.
- HEIN, Scott E., C. K. MA & S. S. MacDONALD. "Testing Unbiasedness in Futures Markets: A Clarification", *The Journal of Futures Markets*, 10, nº 5, pp. 555-562, 1990.
- HULL, John C. *Options, Futures and Other Derivatives*, 3ª ed., Prentice-Hall, New Jersey, 1997.
- JARROW, Robert A. & G. W. OLDFIELD. "Forward Contracts and Futures Contracts", *Journal of Financial Economics*, 9, pp. 373-382, 1981.
- KEYNES, John M. *Treatise on Money*, Vol. II, reimpressão após a 1ª edição. Mcmillan and Co., London, 1934.
- KNIGHT, Frank K. *Risco, Incerteza e Lucro*, Ed. Expressão e Cultura, Rio de Janeiro, 1972.

- KOLB, Robert W. *Understanding futures markets*, 3<sup>a</sup> ed., New York Institute of Finance, New York, 1991.
- KOLB, Robert W. "Is Normal Backwardation Normal", *The Journal of Futures Markets*, 16, 12, n° 1, pp. 75-91, 1992.
- KREHBIEL, Tim & R. COLLIER. "Normal Backwardation in Short-Term Interest Rate Futures Markets", *The Journal of Futures Markets*, 16, n° 8, pp. 899-913, 1996.
- KREPS, David M. *A Course in Microeconomic Theory*, Princeton University Press, New Jersey, 1990.
- KUTNER, Michael H., C. J. NACHTSCHIEM, W. WASSERMAN & J. NETER. *Applied Linear Statistical Models*, 2<sup>nd</sup> ed., Irwin, Chicago, 1996.
- LEITE, Hélio P. Avaliação, decomposição e diversificação do risco no mercado paulista de ações, *Tese de Doutorado*, EAESP/FGV, São Paulo, 1993.
- LEITE, Hélio P. & A. Z. SANVICENTE. *O Índice Bovespa: um padrão para os investimentos brasileiros*, Ed. Atlas, S.Paulo, 1995.
- LIU, Cristina Y. & J. HE. "Risk Premia in Foreign Currency Futures", *The Financial Review*, vol. 27, n° 4, pp. 571-587, 1992.
- LUENBERGER, David L. *Investment Science*. Oxford University Press, New York, 1998.
- MACHINA, Mark & M. ROTHSCHILD. *Risk*. In: EATWELL, John, M. MILGATE e P. NEWMAN. (ed.). *Utility and Probability*, McMillan Press Limited, 1990.
- MARKOWITZ, Harry. "Portfolio Selection", *Journal of Finance*, 7, pp. 77-91, 1952.
- MENDES, Beatriz V.M. & A. M. DUARTE Jr. *Modelos estatísticos aplicados ao mercado financeiro brasileiro*, 13° SINAPE, Caxambu, 1998.
- MILLER, Merton H. "Financial Innovation: The Last Twenty Years and the Next", *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 21, n° 4, pp. 459-471, 1986.

- MODEST, David M. & M. SUNDARESAN. "The Relationship Between Spot and Futures Prices in Stock Index Futures Markets : Some Preliminary Evidence", *The Journal of Futures Markets*, 3, nº 1, pp. 15-41, 1983.
- MONTEZANO, Roberto M. *Introdução ao Mercados Futuros de Índice de Ações*, BM&F/IBMEC, São Paulo, 1987.
- NEFTCI, Salih. *An Introduction to the Mathematics of Financial Derivatives*, Academic Press, Inc., San Diego, 1996.
- NORUSIS, Marija J. *SPSS 6.1. Guide to Data Analysis*, Prentice-Hall, New Jersey, 1996.
- ODA, André L., C. SENGER & A. N. CHARA. "Um estudo sobre diversificação na Bolsa de Valores de São Paulo", *Anais do 22º Encontro da ANPAD*, Foz do Iguaçu, 1998.
- PINDYCK, Rober S. & D. L. RUBINFELD. *Microeconomics*, 3<sup>rd</sup> ed., Prentice-Hall, New Jersey, 1995.
- POWERS, Mark & D. VOGEL. *Inside the Financial Future Markets*, 2<sup>nd</sup> ed, John Wiley & Sons, 1984.
- RAMANATHAN, Ramu. *Introductory Econometrics with Applications*, 4<sup>th</sup> ed., Dryden Press, Fort Worth, 1998.
- RICHARD, Scott F. & M. SUNDARESAN. "A Continuous Time Equilibrium Model of Forward Prices and Futures Prices in a Multigood Economy", *Journal of Financial Economics*, 9, pp. 347-371, 1981.
- SANTOS, José E. "Normal Backwardation é normal no mercado futuro brasileiro? Um estudo empírico", *Resenha BM&F*, nº 124, pp. 15-25, Junho, 1998.
- SASSATANI, Ricardo & J. R. SECURATO. "Prêmio pelo risco nos mercados futuros: evidências do índice Bovespa", *Anais do III SemeAD*, FEA/USP, 1998.
- SASSATANI, Ricardo & J. R. SECURATO. "Uma análise comparativa da formação de preços em contratos a futuro e a termo", *Resenha BM&F*, nº 126, pp. 29-40, Setembro, 1998.



- SECURATO, José R. *Decisões Financeiras em Condições de Risco*. Atlas, São Paulo, 1993.
- SECURATO, José R. *Estrutura Temporal das Taxas de Juros* In: SECURATO, José R. (ed.). *Cálculo Financeiro das Tesourarias - Bancos e empresas*. Obra não publicada, 1998.
- SELLTIZ, Claire, M. JOHADA, M. DEUTSCH & S. W. COOK. *Métodos de Pesquisa nas relações sociais*, 5ª reimpressão, Edusp, São Paulo, 1975.
- SHARPE, William F. "Capital Asset Prices: a Theory of Market Equilibrium under Conditions of Risk", *Journal of Finance*, 19, pp. 425-442, sept. 1964.
- STONE, Bernell K. *Risk, Return and Equilibrium: A General Single-Period Theory of Asset Selection and Capital-Market Equilibrium*, MIT Press, Cambridge, 1970.
- SUTCLIFFE, Charles. *Stock Index Futures: Theories and International Evidence*, Intl. Thomson Business, 1ª ed., 1993.
- TEIXEIRA, Marco A. *Mercados Futuros, Fundamentos e Características Operacionais*. BM&F, São Paulo, 1992.
- TELSER, Lester. "Futures Trading and the Storage of Cotton and Wheat", *The Journal of Political Economy*, 66, pp. 233-255, Jun. 1958.
- TELSER, Lester. "Futures and Actual Markets: How they are related", *Journal of Business*, Vol. 59, nº 2, pp. S5-S146, 1986.
- TEWELES, Richard J. & F. J. JONES. *The Futures Game*, 2ª ed, Mc-Graw-Hill, 1987.
- VAN HORNE, James C. *Financial Management and Policy*, 10ª ed., Prentice-Hall, New Jersey, 1995.
- VARIAN, Hal. "The arbitrage principle in financial economics", *Economic Perspectives*, vol. 1, nº 2, pp. 55-72, Fall, 1987.
- VARIAN, Hal. *Intermediate Microeconomics*, 3ª ed., W.W. Norton & Company, New York, 1993.

VENKATARAMANAN, L. S. *The Theory of futures Trading*. Asia Publishing House, New York, 1965.

YOO, Jisso & G.S. MADDALA. "Risk Premia and Price Volatility in Futures Markets", *The Journal of Futures Markets*, 11, n° 2, pp. 165-178, 1991.

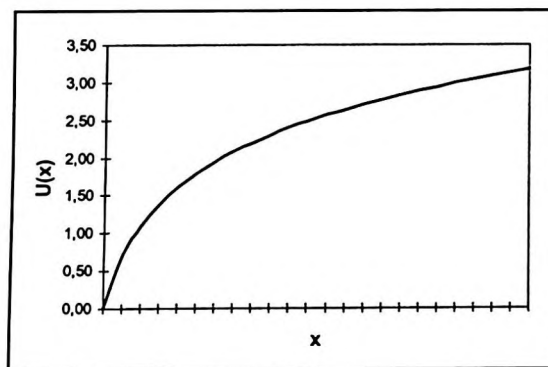
## 9. APÊNDICE

### 9.1. FUNÇÃO DE UTILIDADE

Uma das maneiras mais comuns de se representar a função de utilidade para um indivíduo avesso ao risco é supor que a função é logarítmica ou exponencial.

A função de utilidade logarítmica pode ser expressa como  $U(x) = \ln(x)$  e possui o formato:

**Figura 39 - Função de utilidade logarítmica**



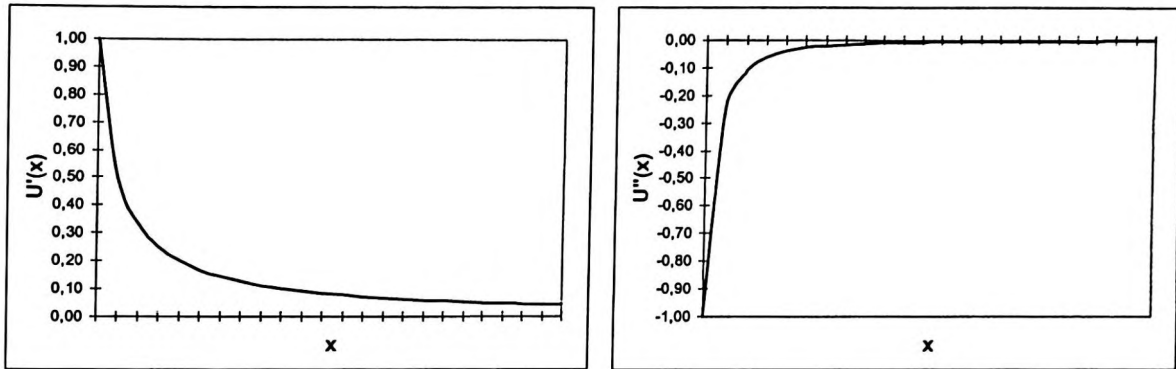
A derivada de uma função representa o coeficiente angular da reta tangente que passa pelo ponto  $x$ , podendo ser expressa por:

$$U'(x) = \frac{\partial U}{\partial x} = \frac{1}{x} \text{ \{eq. A.1\}}$$

Note pela figura  $x$  que se a função de utilidade é crescente, sua primeira derivada será positiva. E se a função é côncava, a sua segunda derivada será negativa. Isto é, os coeficientes angulares das retas tangentes que passam pelos pontos descritos na curva acima são negativos:

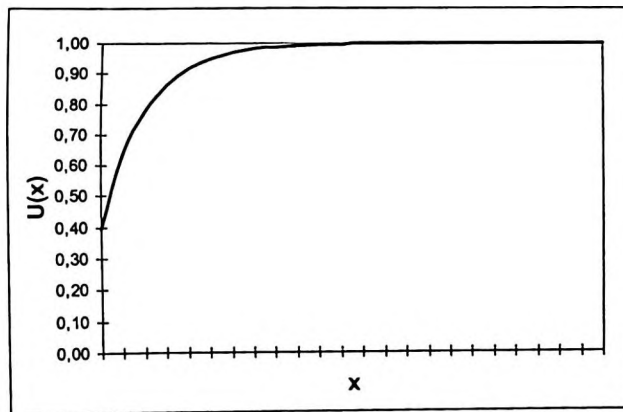
$$U''(x) = \frac{\partial^2 U}{\partial x^2} = -\frac{1}{x^2} \text{ \{eq. A.2\}}$$

**Figura 40 - Primeira e segunda derivadas da função de utilidade logarítmica**



Considerando uma função de utilidade exponencial do tipo  $U(x) = 1 - e^{-ax}$ , é possível observar que também é côncava e crescente conforme a figura abaixo:

**Figura 41 - Função de utilidade exponencial**



A primeira derivada da função exponencial é positiva e pode ser escrita como:

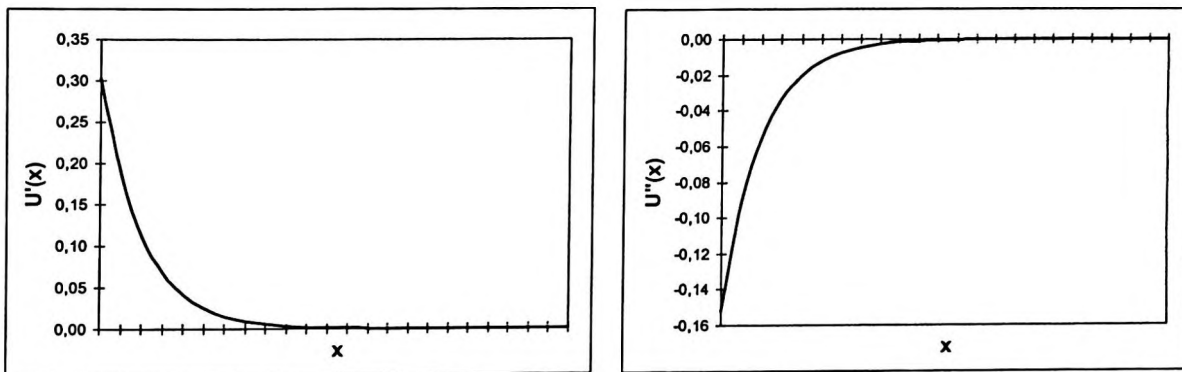
$$U'(x) = \frac{\partial U}{\partial x} = ae^{-ax} \text{ \{eq. A.3\}}$$

A segunda derivada da função exponencial em relação a x é negativa:

$$U''(x) = \frac{\partial^2 U}{\partial x^2} = -a^2 e^{-ax} \text{ \{eq. A.4\}}$$

Para representar o formato das duas funções, podem ser observadas as figuras abaixo:

**Figura 42 - Primeira e segunda derivada da função de utilidade exponencial**



## 9.2. GLOSSÁRIO

**ADR:** American Depositary Receipt. São títulos representativos de ações de empresas estrangeiras negociadas nas bolsas americanas.

**ajuste diário:** é o valor a pagar ou a receber pelo participante de um mercado futuro em decorrência das flutuações de preços do contrato ao longo do tempo.

**análise multivariada:** análise de regressão múltipla, modelo de regressão com duas ou mais variáveis independentes.

**arbitragem:** situação em que se consegue realizar transações simultâneas em dois ou mais mercados de modo a obter um retorno sem risco.

**ativo-objeto:** é o ativo, índice ou taxa cujo valor serve como referência para a formação de contratos derivativos; ativo subjacente.

**autocorrelação:** fenômeno em que os resíduos de uma regressão apresentam dependência ao longo do tempo.

**aversão ao risco:** um indivíduo avesso ao risco avalia alternativas com risco por um valor inferior ao seu valor esperado. A aversão ao risco pode ser ilustrada por uma função utilidade cujo intervalo considerado seja côncavo.

**basis:** é a diferença entre a cotação do contrato futuro e o preço à vista do ativo-objeto.

**Beta:** variável que mede o grau de sensibilidade de um ativo financeiro em relação ao risco sistemático.

**bookmaker:** pessoa que tem por atividade receber apostas relacionadas a jogos de azar, especialmente corridas de cavalo.

**CAPM:** modelo de avaliação de retornos de um ativo em função de seu risco sistemático. Modelo desenvolvido por Sharpe, Litner e Treynor, que mostra que a expectativa de taxa de retorno de um ativo deve ser igual a uma taxa livre de risco acrescida de um prêmio pelo risco. O prêmio, por sua vez, seria igual a diferença entre o retorno esperado de uma carteira de mercado e a taxa livre de risco, multiplicada pelo beta do ativo.

**contango:** fenômeno em que o preço do contrato futuro é superior à expectativa do preço à vista.

**contrato a futuro:** é um acordo entre duas partes em que se negocia a compra e venda de uma mercadoria para entrega futura por um preço previamente combinado. Tais negócios ocorrem em locais organizados, denominados bolsas, e os termos destes acordos são padronizados.

**contrato a termo:** possui a mesma essência do contrato futuro. Contudo, distingue-se pelo negócio poder ser realizado fora de uma bolsa e pelas cláusulas do contrato serem ajustadas às partes.

**custo de carregamento:** é o custo total de manter um ativo durante um período de tempo, abrangendo o custo de oportunidade (juros), estocagem e taxa de conveniência.

**derivativo:** instrumento financeiro cujo resultado é determinado pelo valor de um ativo subjacente e pode ser utilizado como proteção financeira ou especulação.

**eficiência de mercado:** um mercado é considerado eficiente quando os preços dos ativos negociados refletem todas as informações disponíveis.

**equivalente de certeza:** valor monetário que possui a mesma utilidade de uma alternativa cujo resultado é incerto. É o valor certo (sem risco) que torna o indivíduo indiferente entre esta opção e outra alternativa arriscada.

**especulador:** participante do mercado financeiro que assume riscos com o objetivo de obter lucro.

**estocástico:** aleatório, que pode assumir diversos valores em uma certa distribuição.

**função de utilidade:** função capaz de relacionar certos atributos a uma medida denominada utilidade. A função de utilidade pode ser utilizada pelos indivíduos para descreverem suas preferências.

**hedge:** proteção financeira, assumir uma posição em dois ou mais títulos negativamente correlacionados para reduzir riscos.

**hedger:** indivíduo que se utiliza de instrumentos presentes no mercado financeiro para reduzir ou eliminar os riscos.

**hedging imbalance:** diferença entre número de contratos em aberto comprados e vendidos pelos hedgers e que é suprido pelos especuladores. Posição líquida assumida pelos hedgers nos mercados futuros.

**IBOVESPA:** índice da Bolsa de Valores de São Paulo.

**IBV:** índice da Bolsa de Valores do Rio de Janeiro.

**índice de ações:** indicador geral das variações de preços do mercado acionário.

**margem:** montante de recursos deixados pelo participante dos mercados futuros como garantia de eventuais prejuízos que possa ter em decorrência de uma posição assumida.

**mercado de balcão:** classificação dada aos negócios que ocorrem fora de um recinto como bolsas de valores, bolsas de futuros etc.

**MQO:** mínimos quadrados ordinários. Procedimento estatístico utilizado para se obter os coeficientes de uma reta de regressão por meio da minimização dos erros quadráticos.

**neutralidade ao risco:** uma pessoa é neutra ao risco quando avalia alternativas de acordo com seu valor esperado (ver aversão ao risco).

**normal backwardation:** fenômeno em que o preço do contrato futuro é inferior à expectativa do preço à vista.

**odd:** par de números que expressam a relação entre o prêmio e o valor de uma aposta.

**portfolio:** carteira que contém um conjunto de ativos detidos por um investidor.

**portfolio eficiente:** composição ótima de ativos que para uma dada expectativa de taxa de retorno produz o menor risco.

**posição:** é o saldo líquido de contratos ou operações a futuro efetuadas por um investidor.

**preço à vista:** preço pago para adquirir um bem no mesmo instante.

**preço futuro:** é o preço ou cotação do contrato futuro.

**preço teórico:** é o preço de equilíbrio de um contrato futuro sugerido pelo modelo de formação de preços por arbitragem, que segue a relação de custo de carregamento.



**prêmio pelo risco:** diferença entre o preço de um contrato futuro e seu preço teórico. Valor exigido pelos especuladores sobre o preço do contrato futuro para assumirem uma posição comprada/vendida nos mercados futuros.

**propensão ao risco:** um indivíduo propenso ao risco avalia alternativas com risco por um valor superior ao seu valor esperado.

**quantidade teórica:** é a quantidade de cada ação componente de um índice de ações, determinada segundo uma metodologia, para apuração de seu valor.

**R<sup>2</sup>:** coeficiente de determinação. Estatística que demonstra a proporção de erros produzidos por uma variável aleatória que pode ser explicada por um modelo.

**risco:** possibilidade de perda.

**risco sistemático:** qualquer risco que afeta um grande número de ativos, cada um deles em maior ou menor grau. Também pode receber o nome de risco não-diversificável.

**S&P 500:** índice agregado da Standard & Poor's que espelha o comportamento de 500 grandes empresas norte-americanas.

**Stepwise:** método de seleção de variáveis em um modelo de regressão a partir da seleção do melhor preditor da variável dependente. Variáveis independentes adicionais são selecionadas em função do poder explicativo que podem adicionar ao modelo de regressão e são adicionadas quando seus coeficientes de correlação parcial forem estatisticamente significantes.

**tolerância ao risco:** parâmetro presente na função de utilidade exponencial que expressa o grau de tolerância ou aversão de um indivíduo em relação ao risco.

**utilidade:** valor de uso; medida utilizada para mostrar a satisfação de um indivíduo sobre um determinado bem e estabelecer preferências em relação a alternativas.

**value-at-risk:** metodologia criada pelo banco J.P. Morgan para medir a exposição de uma carteira de ativos e obrigações ao risco de mercado. Trata-se do valor monetário máximo de prejuízo de uma carteira para um dado nível de confiança em decorrência das flutuações de preços, taxas de juros e taxas de câmbio.

**variância:** medida estatística que mensura a dispersão de uma variável em relação a sua média.

**variável dummy:** variável medida de forma não métrica transformada em variável métrica através da associação dos valores dicotômicos 0 ou 1 em função da posse ou não de determinada característica.