

**RENATO ELIAS FONTES**

**CONSTRUÇÃO DE UM ÍNDICE  
AGRÍCOLA PARA O MERCADO DERIVATIVO  
DE COMMODITIES AGRÍCOLAS  
NEGOCIADAS NA BM&F**

Tese apresentada ao Departamento de Administração e Economia da Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós Graduação em Administração, área de concentração em Estrutura, Dinâmica e Gestão de Cadeias Produtivas, para obtenção do título de Doutor.

Orientador

Prof. Dr. Luiz Gonzaga de Castro Junior

LAVRAS

MINAS GERAIS - BRASIL

2006

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

Fontes, Renato Elias

Construção de um índice agrícola para o mercado derivativo de commodities agrícolas negociadas na BM&F / Renato Elias Fontes. – Lavras : UFLA, 2006.  
146 p. : il.

Orientador: Luiz Gonzaga de Castro Junior.  
Tese (Doutorado) - UFLA.  
Bibliografia.

1. Índice agrícola. 2. Mercado derivativo. 3. BM&F. 4. Modelo de previsão. 5. CRB. 6. Investimento. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-332.6328

**RENATO ELIAS FONTES**

**CONSTRUÇÃO DE UM ÍNDICE  
AGRÍCOLA PARA O MERCADO DERIVATIVO  
DE COMMODITIES AGRÍCOLAS  
NEGOCIADAS NA BM&F**

Tese apresentada ao Departamento de Administração e Economia da Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós Graduação em Administração, área de concentração em Estrutura, Dinâmica e Gestão de Cadeias Produtivas, para obtenção do título de “Doutor”.

**APROVADA** em 10 de fevereiro de 2006.

Prof. Dr. Fernando Tadeu Pongelupe Nogueira

UNA/BH

Prof. Dr. Diógenes Manoel Leiva Martin

MAKENZIE

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Thelma Sáfadi

UFLA

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Cristina Lelis Leal Calegário

UFLA

Prof. Dr. Luiz Gonzaga de Castro Junior - UFLA

(Orientador)

LAVRAS

MINAS GERAIS - BRASIL

2006

A DEUS,

pelo dom da vida, saúde e presença constante em minhas caminhadas.

A Lílian Kristina, minha querida esposa,

presença marcante em minha vida, ao meu lado em todos os momentos,  
com carinho, amor e compreensão.

Aos meus Pais, Sylvio Fontes e Marilene Elias Fontes,

exemplos de caráter e abnegação, pela constante ajuda para a realização  
dos meus objetivos;

**DEDICO**

A minha família.

**OFEREÇO**

## **AGRADECIMENTOS**

A Universidade Federal de Lavras (UFLA), pela oportunidade em concretizar meus objetivos profissionais.

Ao Departamento de Administração e Economia (DAE), formado pelos seus professores e funcionários, pelo amparo, ensinamento e apoio.

A CAPES pelo financiamento dos meus estudos, através da bolsa.

Aos colegas de pós-graduação, com os quais reparti momentos felizes e trabalhosos.

A professora Maria Aparecida Possato, pela revisão deste trabalho.

A Wanda, pela indispensável ajuda.

Ao orientador professor Luiz Gonzaga de Castro Junior, pelas orientações, pelo relacionamento profissional e fraternal, que possibilitou o excelente desenvolvimento deste trabalho e, também, por acreditar em meu potencial.

## SUMÁRIO

	<b>PÁGINA</b>
LISTA DE QUADROS .....	i
LISTA DE FIGURAS .....	ii
LISTA DE TABELAS .....	iii
RESUMO .....	v
ABSTRACT .....	vi
1. INTRODUÇÃO .....	01
2. REVISÃO DE LITERATURA .....	06
2.1 Agropecuária brasileira .....	06
2.2 Financiamento da agropecuária brasileira .....	13
2.3 Mercado derivativo .....	20
2.4 Contratos agrícolas negociados na BM&F .....	23
2.5 Investimentos em commodities agropecuárias .....	26
2.5.1 Análise de investimento .....	29
2.5.2 Modelos de previsão .....	32
2.5.3 Risco .....	34
2.5.4 Retorno .....	39
2.5.5 Carteiras de investimento .....	40
2.6 Número índice .....	42
2.7 Índices utilizados nos mercados .....	46
2.8 Desenvolvimento do índice futuro agropecuário .....	58
3. METODOLOGIA .....	62
3.1 Índice de mercado .....	63
3.1.1 Amostras utilizadas .....	64
3.1.1.1 Construção do índice .....	64
3.1.1.2 Análise comparativa .....	69
3.1.2 Número índice .....	73

3.1.2.1 Preço relativo .....	73
3.1.2.2 Índice Simples .....	73
3.1.2.3 Índice de Laspeyres .....	74
3.1.2.4 Índice de Paasche .....	75
3.1.2.5 Índice de Fischer .....	76
3.1.3 Características desejáveis a um índice .....	76
3.1.4 Regressão .....	77
3.1.5 Operacionalização do índice .....	79
3.2 Modelo de previsão .....	82
3.2.1 Amostra utilizada .....	82
3.2.2 Metodologia para o modelo de previsão .....	82
3.2.2.1 Teste ADF .....	83
3.2.2.2 Modelo ARIMA .....	84
3.2.2.3 Modelo GARCH .....	85
3.2.2.4 Modelo TARCH .....	87
3.2.2.5 Medidas de previsão .....	88
3.2.3 Descrição do processo do modelo de previsão .....	91
3.2.4 Instrumento de pesquisa .....	92
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	93
4.1 Índice proposto .....	93
4.2 Modelo de previsão .....	105
5. CONCLUSÃO .....	130
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	133

## LISTA DE QUADROS

	<b>Página</b>
QUADRO 1 - Posicionamento mundial do Brasil na produção e exportação de algumas commodities. ....	09
QUADRO 2 - Novos títulos de financiamento agropecuário. ....	19
QUADRO 3 - Evolução do número de contratos futuros negociados no ano de 2000 para o ano de 2004. ..	21



## LISTA DE FIGURAS

	<b>Página</b>
FIGURA 1 - Séries de preços das commodities usadas para a construção dos índices compreendido o período de 03/09/2001 a 30/12/2004, onde as ordenadas representa o valor financeiro por unidade da commodity e a abscissa o tempo. ....	66
FIGURA 2 - Séries de preços das commodities usadas para a construção dos índices compreendido o período de 08/11/2002 a 30/03/2004, onde as ordenadas representa o valor financeiro por unidade da commodity e a abscissa o tempo. ....	70
FIGURA 3 - Séries de preços futuros americanos das commodities que compõem o CRB e por último a série das cotações do índice CRB, compreendido o período de 02/08/2004 a 31/08/2005, onde as ordenadas representa o valor financeiro por unidade da commodity e a abscissa o tempo. ....	72
FIGURA 4 - Comportamento dos índices propostos, onde a ordenada representa o valor em pontos do índice e a abscissa o tempo. ....	102
FIGURA 5 - Comparação do comportamento da série de preços do índice CRB e preços relativos das commodities que o compõem. ....	104
FIGURA 6 - Séries de preços dos índices SSC, SCC, LLSC, LLCC, LEXP, FLSC, FLCC e FEXP. ....	106
FIGURA 7 - Série dos retornos dos índices. ....	108
FIGURA 8 - Histograma das séries dos retornos dos índices. ....	110

## LISTA DE TABELAS

	<b>Página</b>
TABELA 1 - Ponderação (%) da commodity dado o volume total de contratos agropecuários e financeiros para o câmbio negociado na BM&F. ....	67
TABELA 2 - Ponderação (%) da commodity dado o volume financeiro das exportações brasileiras de commodities agrícolas. ....	68
TABELA 3 - Coeficientes de determinação ( $R^2$ ) entre os índices criados e o preço no mercado físico. ....	93
TABELA 4 - Valor do teste t pareado para as médias de $R^2$ dos índices correlacionados com o mercado físico. ....	94
TABELA 5 - Coeficientes de determinação ( $R^2$ ) entre os índices e os preços das commodities cotados no mercado futuro da BM&F. ....	99
TABELA 6 - Valor do teste t pareado para as médias de $R^2$ dos índices correlacionados com o mercado futuro. ....	101
TABELA 7 - Coeficientes de determinação entre o índice CRB e as commodities. ....	103
TABELA 8 - Estatísticas descritivas das séries dos retornos dos índices. ....	109
TABELA 9 - Teste de raiz unitária (ADF) das séries dos índices. ....	112
TABELA 10 - FAC E FACP para os retornos e retornos quadráticos. ....	113
TABELA 11 - Coeficientes dos modelos para a média. ....	114
TABELA 12 - Teste ARCH de Engle. ....	115
TABELA 13 - Resultados da estimação dos modelos e medidas da qualidade do ajuste RSSC. ....	117
TABELA 14 - Resultados da estimação dos modelos e medidas da qualidade do ajuste RSCC. ....	118
TABELA 15 - Resultados da estimação dos modelos e medidas da qualidade do ajuste RLLSC. ....	119
TABELA 16 - Resultados da estimação dos modelos e medidas da qualidade do ajuste RLLCC. ....	121
TABELA 17 - Resultados da estimação dos modelos e medidas da qualidade do ajuste RLEXP. ....	122
TABELA 18 - Resultados da estimação dos modelos e medidas da qualidade do ajuste RFLSC. ....	123
TABELA 19 - Resultados da estimação dos modelos e medidas da qualidade do ajuste RFLCC. ....	124
TABELA 20 - Resultados da estimação dos modelos e medidas da qualidade do ajuste RFEXP. ....	125

TABELA 21 - Melhores modelos ajustados aos índices. ....	126
TABELA 22 - Teste de Heterocedasticidade para os resíduos do modelo selecionados para índices. ....	127
TABELA 23 - Resultados dos critérios EAM e REQM para dados dentro da amostra (801 observações) e para dados fora da amostra (30 observações). ....	128
TABELA 24 - Resultados da estatística U-Theil para dados dentro da amostra (801 observações) e para dados fora da amostra (30 observações). ....	129

## RESUMO

FONTES, R. E. **Construção de um índice agrícola para o mercado derivativo de commodities agrícolas negociadas na BM&F**. 2006. 147 p. Tese (Doutorado em Administração) – Universidade Federal de Lavras – UFLA – Lavras – MG<sup>1</sup>

Devido às dificuldades que o setor rural brasileiro vem enfrentando, a utilização dos mercados derivativos vem ganhando relevância e se tornando uma importante ferramenta de auxílio para os agentes econômicos envolvidos no complexo agroindustrial. A Bolsa de Mercadorias & Futuros (BM&F) é um dos locais no país onde ocorre negociação com derivativos agropecuários e propicia aos agentes conhecidos como hedgers, que são aqueles que têm interesse na compra e venda das commodities, a gestão de riscos de preços dos seus produtos. No Brasil há uma lacuna na questão da formação de um índice agrícola que venha ser utilizado para hedging de preços, referenciar análise de risco e retorno de investimentos feito em carteiras com ativos agropecuários e também servir como forma de investimento direto, sendo assim este estudo teve por objetivo, propor e validar diversas metodologias para a construção de um índice agrícola das commodities negociadas na Bolsa de Mercadorias & Futuros (BM&F) como também desenvolver modelos de previsão para este índices. De modo geral, todas as metodologias utilizadas para a construção dos índices mostraram ser aplicável, de forma que todos os agentes interessados em desenvolvê-los e utilizá-los como ferramenta de tomada de decisão, terão plena condição de replicá-los e obter as informações que acharem necessárias, sendo que o grande entrave na sua fabricação é a obtenção e padronização dos dados e posteriormente a aceitação no mercado e os modelos de previsão da família ARCH demonstraram um bom desempenho em captar o comportamento.

---

<sup>1</sup> Orientador: Prof. Dr. Luiz Gonzaga de Castro Junior.

## ABSTRACT

FONTES, R. E. **Formulation of an agricultural index for the market derived from the agricultural commodities negotiates within the BM&F**. 2006. 147 p. Thesis (Doctor Program in Administration) – Universidade Federal de Lavras – UFLA – Lavras – MG<sup>2</sup>.

Due the difficulties brazilian rural sector has been facing, the use of the derivatives markets has been getting importance and becoming an important tool to help the economical agents involved in the agronomic and industrial complex. The Bolsa de Mercadorias & Futuros (BM&F) is one of the places within the country where negotiations with agronomic and cattle derivatives occur and propitiate to the agents known as hedgers, which are the ones interested in the commodities acquisition and selling, the management of their products price risks. In Brazil there is a gap when it comes to formulating an agricultural index that can be used for price hedging, or as a reference for the risk analysis and for the feedback of the investments made with agricultural and cattle assets, as well as be used as a type of direct investment. Hence, this study had as its goal, to offer and to validate several methodologies to formulate an agricultural index for the commodities negotiated in the BM&F as well as develop forecasting models for this index. In general, all methodologies used to the formulation of the indices have proved to be applicable, in a way that all agents interested in developing and using them as a decision-making tool will be perfectly able to respond them and obtain the information they find necessary, however the biggest obstacle in its formulation is the data obtainment and standardization, plus its acceptance within the market and the forecasting models from the family ARCH have demonstrated a good performance in captivating the behavior.

---

<sup>2</sup> Advisor: Prof. Dr. Luiz Gonzaga de Castro Junior.

## 1 INTRODUÇÃO

Com a globalização dos mercados e a ampliação na troca de informações os limites geográficos entre países estão sendo superados e as barreiras comerciais tendem a não serem limitantes da integração, pois, todos os setores econômicos produtivos sofreram profundos impactos na sua forma de ser e atuar, onde fatos isolados ocorridos em qualquer parte do mundo têm reflexos significativos em toda cadeia produtiva e financeira internacional.

Tornou-se imperativo, portanto, buscar a competitividade e a eficiência na utilização dos fatores escassos de produção para enfrentar as dificuldades econômicas e conjunturais e permanecer na atividade com capacidade de expansão.

É fundamental que toda atividade econômica seja administrada de forma eficiente e competitiva, trazendo, assim, a necessidade de se obter todo o controle da empresa, seja ela urbana ou rural.

O setor agropecuário brasileiro, devido às profundas modificações de processos que afetaram todo o mundo não ficou de fora dessa situação, em que de maneira geral os setores estão intercalados, formando o chamado complexo agroindustrial onde um setor influencia e é influenciado por outros setores.

A agropecuária de maneira geral apresenta características específicas, próprias do seu setor, que a caracteriza como sendo uma atividade econômica que trabalha em uma situação próxima à concorrência perfeita, e que fica à mercê das alterações climáticas e das constantes modificações especulativas de preço dos produtos agropecuários que obrigam os empresários rurais a trabalharem de forma cada vez mais profissional.

O Brasil possui uma economia industrializada, tornando necessário ressaltar a importância da interligação dos diversos segmentos que compõem as etapas do processo produtivo da atividade agropecuária, ou seja, a sua cadeia

agroindustrial (CAI), que vai desde o produtor rural, até os consumidores finais das diversas atividades agropecuárias.

Destaca-se sua importância na economia nacional, visto que o “agribusiness” brasileiro chega a envolver somas em bilhões de dólares anuais e cria milhares de empregos diretos e indiretos, além de ter suma importância na capacidade exportadora brasileira.

Porém, somando a estas características do setor agropecuário, vale ressaltar a redução de recursos financeiros alocados pelo governo brasileiro para a agropecuária, o que causou a necessidade de se buscar novas formas de financiamento para o setor, em que os recursos privados vêm desempenhando grande importância como fonte financiadora complementar da agropecuária brasileira.

Devido às dificuldades que o setor rural brasileiro vem enfrentando, a utilização dos mercados derivativos vem ganhando relevância e se tornando uma importante ferramenta de auxílio para os agentes econômicos envolvidos no complexo agroindustrial, ou seja, todos os agentes vêm utilizando desses mercados na obtenção de crédito e na precificação das commodities agrícolas.

Assim o mercado derivativo brasileiro vem se desenvolvendo a cada ano, tornando-se uma nova possibilidade de uso pelos diversos agentes que buscam, ao seu modo de interesse, proteção contra riscos de preços, financiamentos e também auferir lucros através de investimentos.

A Bolsa de Mercadorias & Futuros (BM&F) é um dos locais no país onde ocorre negociação com derivativos agropecuários e propicia aos agentes conhecidos como hedgers, que são aqueles que têm interesse na compra e venda das commodities, a gestão de riscos de preços dos seus produtos.

Outro agente econômico de suma importância no mercado derivativo são os especuladores ou investidores que provêm liquidez a este mercado. Esta condição é básica à existência dos mercados futuros, uma vez que a ausência de

liquidez acarreta um “aprisionamento” do participante. Os investidores (especuladores) quando atuam no mercado derivativo estão buscando um retorno financeiro para assumirem o risco da variação de preço das commodities que os hedgers não estão dispostos a assumir.

Na BM&F são negociados contratos futuros das seguintes commodities agrícolas: Algodão, Açúcar, Álcool, Boi Gordo, Bezerro, Café Arábica, Café Conilon, Milho e Soja, sendo que cada um destes contratos apresentam características específicas de vencimentos, valores transacionados e principalmente de liquidez, o que gera uma constante busca por oportunidades de negociação.

Estes contratos vêm apresentando além de ferramentas de hedging, novas oportunidades de investimentos, o que possibilita a formação de infinitas composições de ativos em carteiras, além de ampliar o horizonte de possibilidades de ativos a serem investidos.

Os agentes participantes do mercado seja ele de natureza física ou jurídica, precisam estar sempre atentos as novas possibilidades de emprego do seu capital, em situações que lhes propiciam obter maiores vantagens tanto em relação ao retorno deste capital quanto em relação ao exato risco que este investidor corre exatamente por emprego de seu capital com intuito de conseguir vantagens posteriores.

O dinamismo desta situação é bastante influenciado por características exógenas aos investidores, como liquidez, mudanças político-econômicas, custos, deficiências físicas, como também as características e as necessidades próprias dos investidores. Isso contribuirá de maneira importante para possíveis combinações de investimentos em ativos diferenciados, fazendo com que a relação risco retorno seja alterada e, conseqüentemente, a previsibilidade do risco e retorno dificilmente será conhecida antecipadamente.



Os números índices, ou somente índices, são de extrema importância para qualquer economia, pois representam informações de relevância econômica, tais como elevação ou diminuição de preços, valorização de um ativo dentre diversos tipos de quantificação que os índices podem ter.

Os índices podem apresentar formas múltiplas de ponderações e operacionalização, o que leva a uma constante busca por ajustes para que ele represente o mais semelhante possível o que esta quantificando.

Nos mercados financeiros do mundo são negociados diversos índices, que são a representatividade teórica de uma carteira de ativos, onde estes índices expressam acontecimentos de elevação, estabilidade ou diminuição de preços, tendências de prazos como também servem de referência para comparação de rentabilidade dos investimentos realizados.

Nesta visão torna-se de extrema importância o desenvolvimento através de ferramentas econométricas de modelos de previsão para séries temporais, pois dadas algumas observações passadas do comportamento dos ativos, surge a possibilidade de se fazer previsões sobre o comportamento futuro e quão precisa essas previsões podem ser será fator importante na obtenção do sucesso ou não da utilização de um ativo para seus determinados fins e interesses por parte dos agentes.

Os índices mais conhecidos são os americanos Dow Jones Industrial, NASDAQ e o S&P 500, o índice japonês conhecido como NIKKEI-225, o índice londrino FT-SE 100, que são índices representativos de ações de empresas destes países. No Brasil se destaca o índice IBOVESPA, composto por uma carteira teórica de ações negociadas nesta bolsa brasileira.

No setor de commodities, o índice mais conhecido e representativo de commodities negociado é o CRB INDEX, que é composto por uma carteira teórica de contratos futuros de commodities agrícolas, energéticas e metálicas transacionada nos Estados Unidos.

No Brasil há uma lacuna na questão da formação de um índice agrícola que venha ser utilizado para hedging de preços, referenciar análise de risco e retorno de investimentos feito em carteiras com ativos agropecuários e também servir como forma de investimento direto.

Portanto, este estudo tem como objetivo geral, propor e validar diversas metodologias para a construção de um índice agrícola das commodities negociadas na Bolsa de Mercadorias & Futuros (BM&F). Como objetivos específicos busca-se:

- Desenvolver metodologias e operacionalizações possíveis para a construção do índice agrícola.
- Testar a eficiência dos diversos índices desenvolvidos em relação aos mercados futuro e físico.
- Comparar a eficiência do índice CRB dado às commodities agropecuárias que o compõe e são similares às commodities que são utilizadas na construção dos índices propostos.
- Utilizar o CRB com o objetivo de benchmark para analisar a eficiência dos indicadores desenvolvidos.
- Desenvolver modelos de previsão para os índices criados.
- Avaliar a capacidade preditiva destes modelos.

## **2 REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 Agropecuária brasileira**

A economia brasileira é muito ligada ao setor rural, pois foi este o propulsor do desenvolvimento industrial do país. Apesar de vir perdendo importância econômica em relação aos outros setores, a agricultura é de importância fundamental para o país.

É uma atividade brasileira que apresenta resultados de competitividade elevados, chegando a ameaçar a agricultura de países desenvolvidos, que utilizam pesados subsídios para bancar seus agricultores. Segundo Furtuoso & Guilhoto (2001), o agronegócio brasileiro representou, no ano de 2000, aproximadamente 27% do PIB, ou R\$ 306,8 bilhões e as maiores exportações brasileiras referiram-se ao café, soja e suco de laranja.

Conforme o Instituto de Pesquisa e Economia Aplicada - IPEA (2005), Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2005) e Companhia Nacional de Abastecimento - CONAB (2005), o agronegócio brasileiro é responsável atualmente por 34% do PIB e 32% dos empregos gerados e vem mostrando a sua importância para o País, proporcionando cada vez mais empregos, renda, divisas e desenvolvimento. O saldo da balança comercial do agronegócio (US\$ 25,8 bilhões em 2003), o saldo total brasileiro foi positivo em US\$ 24,8 bilhões, podendo ampliar para US\$ 38 bilhões em 2005.

Pode-se dizer também que o agronegócio vem se transformando na escola de negócios internacionais, abrindo novos mercados e novos relacionamentos para todas as empresas brasileiras, inclusive de outros segmentos, como de prestação de serviços e até de finanças.

A produção brasileira de grãos vem batendo sucessivos recordes graças ao incremento das produtividades médias obtidas, sendo que as áreas plantadas evoluíram proporcionalmente menos.

Investimentos em pesquisas e tecnologias tornaram a soja, carnes e outros produtos brasileiros os mais competitivos do mundo, compensando os subsídios concedidos nos países concorrentes.

Devido às safras recordes, o Brasil atraiu grandes empresas internacionais que contribuíram na melhoria da qualidade produtiva da agroindústria, via competitividade, até aos padrões internacionais. Prevê-se que várias empresas ainda estão por vir e prospectam fusões e acordos com empresas nacionais.

Em 2003, o Brasil já era o maior exportador mundial de café, fumo, suco de laranja, açúcar, álcool, carne bovina e couro curtido. Também, além de ser o primeiro ou segundo maior vendedor, detinha 38% do mercado de soja-grão; 44% do mercado de café solúvel e, em agosto do ano 2004, ultrapassou os Estados Unidos, como o maior exportador mundial de carne de frango (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA, 2005).

Segundo Oliveira (1998), a partir da segunda metade do século XX, as atividades agropecuárias começaram a sofrer os impactos das modificações técnicas e econômicas por que passava toda economia mundial, deixando de ser uma atividade isolada, interna das fazendas, para fazer parte de um sistema mais complexo, de um ambiente externo, dividido em segmentos comerciais independentes.

Com esse novo panorama, o processo produtivo econômico caracteriza-se pelo aprofundamento da interdependência dos setores, em que se estabelece que a dinâmica de cada segmento produtivo influencia e é influenciada pelos padrões de mudanças tecnológicas dos outros segmentos, mediante a difusão de inovações, mudança em preços relativos e demanda derivada.

Essa nova forma de interação, entre os segmentos produtivos, é denominado como complexo agroindustrial (CAI). Para Reis & Carvalho (1999), complexo agroindustrial se refere a todas as instituições e atividades por elas desenvolvidas, no processo de produção, elaboração e distribuição dos produtos da agricultura e pecuária, envolvendo desde a produção e fornecimentos de recursos, até que o produto final de consumo chegue ao consumidor.

O complexo agroindustrial pode ser dividido em três fases, tendo a agricultura como referencial no centro. A primeira fase denomina-se a montante da agricultura; a segunda é a própria agricultura e a terceira, é a jusante da agricultura.

Nesse sentido, é preciso considerar as múltiplas relações entre agricultores, indústria, comércio e mercado. Assim, estão inseridos no CAI os fornecedores de bens intermediários e serviço à agricultura, os produtores agrícolas, os processadores, transformadores e distribuidores envolvidos na produção e no fluxo dos produtos agrícolas até o consumidor final.

Pode-se acrescentar, ainda, como complementação do complexo, o sistema financeiro, corretoras, bolsas de comercialização, os órgãos governamentais e não governamentais de apoio à agropecuária, organizações de pesquisa, ensino e extensão, associações, prestadores de serviço e profissionais da área técnica.

Assim, torna importante que, em qualquer atividade agropecuária os diversos agentes participantes desta cadeia, estejam sempre atuando de maneira sinérgica, buscando uma interação cooperativa para que ambos ganhem, pois na intrínseca rede de ações desenvolvidas, qualquer problema que ocorra, será refletido para a cadeia e, conseqüentemente poderá haver prejuízos para todos e um aprofundamento desta crise fatalmente levará à ruptura.

E em vista do mundo global, esta ruptura desencadeará prejuízos para todos os países da terra, pois, o Brasil é um importante produtor de commodities, estando sempre nas primeiras posições do mercado global, tanto na produção como no abastecimento do mercado internacional. O Quadro 1 demonstra o posicionamento brasileiro na produção e exportação de sete produtos agrícolas, o que demonstra a grande importância do Brasil no cenário agrícola mundial.

QUADRO 1 – Posicionamento mundial do Brasil na produção e exportação de algumas commodities.

<b>Commodity</b>	<b>Produção</b>	<b>Exportação</b>
Açúcar	1º Lugar	1º Lugar
Álcool	1º Lugar	1º Lugar
Algodão	5º Lugar	4º Lugar
Boi	2º Lugar	1º Lugar
Cafê	1º Lugar	1º Lugar
Milho	3º Lugar	6º Lugar
Soja	2º Lugar	2º Lugar

Fonte: Agrianual ... (2006), Anualpec ... (2005).

Conforme Rochelle (2000), destacam-se como maiores produtores de algodão em pluma a China, Estados Unidos, Índia, Paquistão e Uzbequistão, sendo estes quatro países os maiores consumidores mundiais e destacando-se como maiores exportadores os Estados Unidos e o Uzbequistão.

O Brasil devido as suas políticas no setor algodoeiro, passou de exportador para importador de algodão, principalmente com a abrupta queda da tarifa alfandegária facilitando a importação. O Brasil importa um terço de suas necessidades. A área plantada de algodão vem sofrendo redução e mesmo tendo

havido um aumento de produtividade a produção reduziu de maneira considerável.

As principais regiões brasileiras produtoras são o Centro-Oeste e a região Sudeste, destacando-se os estados brasileiros de Mato Grosso, o maior produtor, com cerca de 1.104.249 toneladas, Goiás com produção aproximada de 302.255 toneladas, seguido por São Paulo, Mato Grosso do Sul e Minas Gerais.

A exploração de cana-de-açúcar no Brasil remota a sua própria história, pois foi o marco econômico colonizador do país, demonstrando sua importância até os dias atuais. Conforme indicam Shikida & Bacha (1998), a produção de açúcar no Brasil, a partir do final da década de 80, vem assumindo papel de destaque na cadeia sucroalcooleira.

Ademais, conforme destacado por Burnquist & Miranda (1999), a eliminação, em julho de 1994, da taxa cobrada pelo governo brasileiro (40%) sobre exportações de açúcar que excediam determinado limite, contribuiu para a expansão de sua produção em detrimento à de álcool.

Nesse contexto, o Brasil se destaca no cenário internacional como o principal produtor de cana-de-açúcar, tendo alcançado 25,4% da produção total no ano de 2000. Em seguida vêm Índia (24,65%), China (5,49%), Tailândia (4,01%), México (3,85%) e Paquistão (3,62%). No que diz respeito ao principal subproduto da cadeia, o açúcar bruto, a produção brasileira (11,4% do total mundial) é superada apenas pela indiana (14,9%).

No Brasil a produção de açúcar se espalha por todo o território, onde se destacam os estados de São Paulo com 218.906.942 toneladas, Paraná com 27.954.00 toneladas seguido por Alagoas. De uma maneira geral destaca-se a região sudeste, como maior produtora, e a região nordeste.

A criação de bovinos é uma vocação natural do Brasil, pois as características edafo-climáticas do país, permitem que a bovinocultura seja uma

atividade explorada em todo o território nacional (Nogueira Neto & Mustefaga, 2000).

A exploração da bovinocultura de corte é bastante heterogênea, pois apresenta diversos sistemas de exploração como também níveis de produtividade, mas garante ao Brasil o maior rebanho comercial do mundo, perdendo para a Índia na quantidade do rebanho. Destacam-se a China e os Estados Unidos como grandes produtores mundiais e exportadores da carne bovina.

O café é uma das commodities mais negociadas no mundo e representa para muitos países, sua principal fonte de renda. Segundo Araújo et al (1990), a comercialização mundial movimentava uma considerável soma de dinheiro, sendo que o comércio desta commodity situava em segundo lugar internacionalmente, perdendo apenas para o comércio de petróleo. E através do seu complexo agroindustrial em todo o mundo o café gera bilhões de dólares para diversos países.

Destacam-se como principais produtores o Brasil, que é historicamente o maior produtor mundial, a Colômbia, Vietnã, Indonésia, México entre outros. Os Estados Unidos destacam-se como maiores consumidores da commodity, sendo que o Brasil vem como segundo maior consumidor mundial de café.

A economia cafeeira assumiu importância fundamental para o desenvolvimento econômico do Brasil. Foi a atividade agrícola pioneira na formação econômica das regiões mais dinâmicas. Muito do progresso conquistado, nos vários setores da economia, inclusive a própria industrialização do centro-sul, foi acentado no alicerce de uma cafeicultura forte, competitiva internacionalmente e, sobretudo, geradora de riquezas, as quais possibilitaram a criação de rede ferroviária, asfaltamento de estradas, energia elétrica e industrialização, nas regiões que exploravam esta atividade.



O centro-sul do Brasil ainda é a principal região cafeeira do país. Conforme Mendes & Guimarães (1997), os estados de Minas Gerais, Espírito Santo, São Paulo e Paraná são responsáveis por mais de 90% da produção de café do país, porém, nos últimos anos, vêm se destacando outros estados produtores de café que buscam maior evidência no cenário nacional, como Bahia, Acre e Rondônia. Tornaram-se novas fronteiras agrícolas, pois, a cafeicultura praticada nestas novas regiões produtoras é altamente tecnificada, proporciona uma alta produtividade e um maior desenvolvimento, além de um aumento na área plantada e, conseqüentemente, na produção dos últimos anos.

O milho é uma commodity básica de extrema importância para a humanidade, pois é, para diversas atividades, a principal fonte de matéria prima. Ele é utilizado para alimentação humana e animal, em indústrias de cosméticos, solventes, detergentes.

O maior produtor mundial de milho é os Estados Unidos, seguido por China. Segundo Rodrigues & Gomes (2002), o Brasil é terceiro maior produtor mundial e consumidor, onde a sua produção ainda é insuficiente para atender a demanda, mas há uma tendência que o país seja superavitário na produção e passe também a exportá-lo.

No Brasil destacam-se o Paraná, São Paulo e Minas Gerais como maiores estados produtores. Um fato importante a ressaltar, é a característica da produção brasileira, pois a cultura do milho concorre com a cultura da soja. Na produção da safra estas culturas concorram por área e investimento e após a safra em áreas plantadas por soja estas passam a ser utilizadas para se plantar o milho safrinha, o que traz bons resultados de conservação para o solo e o melhor aproveitamento da terra.

A soja é uma leguminosa originária da China e usada há milênios como alimento. Foi no início do século XX que passou a ser cultivada comercialmente nos Estados Unidos e nos dias de hoje representa a maior fonte de produção de

óleos vegetais no mundo. Os Estados Unidos são os maiores produtores de soja do mundo, seguido pelo Brasil, China e Argentina, a qual exporta quase toda sua produção, enquanto a China é uma grande importadora de soja.

A soja começou a ter importância comercial no final do século XX sendo que, em 1983, já era o produto agrícola economicamente mais importante no país. A produção de soja no Brasil concentrou-se na região Centro-Sul do Brasil até início dos anos 80. A partir daí, a participação da região Centro-Oeste aumentou significativamente. A expansão da área cultivada de soja no Brasil é resultado tanto da incorporação de novas áreas, nas regiões Centro-Oeste e Norte, quanto da substituição de outras culturas, na região Centro-Sul. A produção de soja no Brasil está concentrada nos Estados do Mato Grosso, Paraná e Rio Grande do Sul. Esses três Estados são responsáveis por aproximadamente 67% da produção brasileira.

Dentre todos estes agentes participantes do complexo agropecuário, as empresas rurais, que são a base da atividade, vêm enfrentando cada vez mais dificuldades de permanecer na atividade, seja pela falta de competência dos empresários rurais em gerenciar o seu próprio negócio ou a má contratação da gerência profissional e, também, por enfrentar um ambiente cada vez mais turbulento e hostil, cujas as políticas agrícolas vêm sendo criadas, modificadas sem quaisquer perspectivas de melhoria e de comprovada ação benéfica no setor rural.

## **2.2 Financiamento da agropecuária brasileira**

Conforme Massuquetti (2002), a partir do golpe militar de 1964, a economia brasileira seguiu um novo rumo em razão da preocupação com a modernização do país. Neste cenário, o Estado passou a ser o principal articulador do processo de modernização. O setor agrícola deveria cumprir, nesta

fase, as funções de fornecedor de alimentos e de matérias-primas para os centros urbanos industrializados, de gerador de divisas para o financiamento de importações de matérias-primas, produtos intermediários e bens de capital e, ainda, realocar parte da mão-de-obra oriunda do setor secundário.

Modernizar a agricultura, através da utilização dos insumos modernos e aumentar a produção agrícola eram necessários para estimular o aumento das exportações dos produtos primários e, conseqüentemente, gerar divisas para as vultosas importações que viabilizariam o crescimento econômico brasileiro.

Em 1965, com o lançamento do Sistema Nacional de Crédito Rural (SNCR), o Estado brasileiro realmente começa a interferir no setor rural de forma bastante contundente e produtiva. Conforme Santos et al. (1996), o Estado utilizava uma política agrícola que proporcionava crédito fácil e barato, e taxas de juros reais negativas sendo portanto o principal indutor da consolidação do processo de modernização do setor primário.

Sayad (1984) divide a política agrícola em dois momentos, com a criação do SNCR, que alcançou o seu apogeu na década de 1970, onde iniciava-se a consolidação do complexo agroindustrial brasileiro – CAI e esta política de crédito rural assumiu a modernização do setor rural através do crédito subsidiado.

O segundo momento corresponde ao final da década de 80 e início dos anos 90, que tem como principal característica a redução dos recursos para o crédito rural com as taxas de juros passando a ser positivas. Posteriormente, foi defendido que a política de crédito rural havia esgotado sua capacidade como instrumento de desenvolvimento rural.

Basicamente a política agrícola contemplava três linhas de crédito, o crédito de investimento que destinava-se a aplicações relacionadas ao uso de inovações que incorrerão no aumento de produtividade por vários ciclos produtivos, crédito de custeio que destina-se apenas ao uso de insumos que

reverterão num aumento da produtividade dentro de um único ciclo produtivo e o crédito de comercialização que destina-se às despesas relativas à pré-comercialização e à Política de Garantia de Preços Mínimos.

Segundo Lima & Campos (2002), verificou-se que o crédito de custeio de culturas representava mais da metade dos recursos. Em seguida, aparecia o crédito de comercialização agrícola, e, por último, o crédito de investimento. Isso mostra a busca de obtenção de resultados no curto prazo, visando a assegurar a produção agrícola para atender as necessidades alimentares da população e adquirir maior poder de competitividade no mercado externo.

No final dos anos 80 e início dos anos 90, a política governamental para o setor foi sendo desmontada, perdendo sua importância, devido às altas taxas de inflação e uma forte recessão o que levou o Estado à necessidade de ter uma nova política econômica, baseada no superávit e controle inflacionário e, conseqüentemente, a oferta de crédito subsidiado foi sendo cada vez mais diminuída.

Sendo assim, o crédito rural veio perdendo cada vez mais espaço como agente de desenvolvimento para o setor e as relações privadas entre os diversos agentes da cadeia foram incentivadas para conduzir o processo produtivo. Conforme Barros et al. (2002), simultaneamente à drástica redução de crédito destinado ao financiamento da agropecuária surgiu a CPR (Cédula de Produto Rural) como uma alternativa de captação de recursos financeiros para a produção.

O Banco do Brasil foi o idealizador da CPR, dada sua experiência em crédito rural. Desenvolveu-se um instrumento que tivesse um *status* privilegiado do ponto de vista de sua formalização, principalmente constituição de garantias, e que fosse um título com regime de execução privilegiado, visando atrair os agentes financeiros para o seu aval.

O surgimento desse título teve um verdadeiro caráter de inovação financeira, por permitir o comércio a termo da produção, o desenvolvimento de um mercado secundário, a conjugação com instrumentos de *hedging* e o alívio da pressão por recursos de financiamento.

Segundo Nuevo (1996), o principal motivo da instituição da CPR pelo governo foi oferecer ao mercado de crédito agrícola mais um instrumento de financiamento da produção, porém, um instrumento que fosse simples, eficaz, com baixo custo operacional e com sólidas garantias para as partes envolvidas.

Com o advento da CPR, o mercado agrícola brasileiro ganha uma importante fonte de financiamento e, conseqüentemente, impulsiona o desenvolvimento do mercado derivativo brasileiro.

No final do ano de 2004 o governo federal no intuito de captar recursos oriundos do mercado financeiro, e principalmente, dos fundos de investimentos, para o financiamento da atividade agropecuária brasileira, desenvolveu novos títulos que serão utilizados como instrumentos de captação de recursos no mercado de capitais.

Foi instituído o Certificado de Depósito Agropecuário – CDA e o Warrant Agropecuário – WA além da criação de três novos títulos: o Certificado de Direitos Creditórios do Agronegócio – CDCA; a Letra de Crédito do Agronegócio – LCA e o Certificado de Recebíveis do Agronegócio – CRA.

O Certificado de Depósito Agropecuário (CDA) é um título de crédito representativo de promessa de entrega de produto agropecuário depositado em armazém e o Warrant Agropecuário (WA) confere direito de penhor sobre o produto descrito no CDA correspondente. Estes títulos são emitidos simultaneamente pelo depositário, a pedido do depositante, podendo ser transferidos mediante endosso, de modo unido ou separadamente.

O CDA e o WA constituem uma nova moeda para os produtores rurais, que podem transferir o certificado como se estivessem vendendo o produto, ou

levantar empréstimos mediante a utilização do WA. Estes títulos contribuirão para aumentar a velocidade de circulação da produção agrícola e a liquidez dos recursos nela aplicados. Permitir-se-á que os produtores rurais e as cooperativas negociem os títulos sem que isto, por si só, configure a transferência da propriedade do produto, propriamente dita. Esta operação só estará caracterizada quando o produto for retirado do depósito pelo adquirente final o que dinamizará a comercialização e viabilizará a participação dos investidores institucionais no financiamento da estocagem dos produtos agropecuários.

O produtor poderá financiar o armazenamento de seu produto com taxas mais baixas do que as oferecidas pelos bancos nas linhas de juros livres. Como ativo financeiro, estes papéis poderão ser negociados no mercado gerando ganhos também para seus potenciais investidores. O CDA-WA trará mais liquidez para a comercialização, pois novos agentes econômicos, principalmente investidores, passarão a disputar os produtos agropecuários com os tradicionais compradores.

Segundo estimativas do Ministério da Agricultura, nos dois primeiros anos de funcionamento este instrumento de comercialização deverá movimentar em torno de R\$ 25 bilhões. O estabelecimento da confiabilidade nas transações abrirá novas perspectivas para o sistema de comercialização de produtos agrícolas no País e melhorará a renda dos produtores.

Os outros novos títulos lançados são o Certificado de Direitos Creditórios do Agronegócio (CDCA); a Letra de Crédito do Agronegócio (LCA); e o Certificado de Recebíveis do Agronegócio (CRA). Estes novos instrumentos viabilizando o aporte de recursos ao mercado de capitais, em especial por parte dos fundos de investimento.

Trata-se de títulos de crédito nominativos, de livre negociação, representativos de promessa de pagamento em dinheiro e que terão como lastro direitos creditórios originários de negócios realizados entre produtores rurais, ou

suas cooperativas e terceiros, inclusive financiamentos ou empréstimos relacionados com a produção, comercialização, beneficiamento ou industrialização de produtos ou insumos agropecuários ou de máquinas e implementos utilizados na atividade agropecuária.

O Certificado de Direitos Creditórios do Agronegócio (CDCA) será emitido exclusivamente pelas cooperativas de produtores rurais e por outras pessoas jurídicas que exerçam a atividade de comercialização, beneficiamento ou industrialização de produtos e insumos agropecuários ou de máquinas e implementos utilizados na produção agropecuária.

A Letra de Crédito do Agronegócio (LCA) será de exclusiva emissão de instituições financeiras públicas e privadas, sob forma de notas, a partir dos negócios realizados com os agricultores, para colocação junto aos fundos de investimentos. O valor do CDCA e da LCA não poderá exceder o valor total dos direitos creditórios do agronegócio e a eles vinculados, onde os emitentes respondem pela origem e autenticidade dos mesmos.

O Certificado de Recebíveis do Agronegócio (CRA) será de emissão exclusivamente das companhias securitizadoras de direitos creditórios do agronegócio. As companhias securitizadoras de direitos creditórios do agronegócio serão instituições não financeiras constituídas sob a forma de sociedade por ações e terão por finalidade a aquisição e securitização desses direitos e a emissão e colocação do CRA no mercado financeiro e de capitais, podendo, ainda, instituir o regime fiduciário sobre tais direitos creditórios, oriundos do agronegócio. Com a emissão dos CRA pretende-se incentivar a criação de um mercado secundário de créditos do agronegócio, iniciando no Brasil uma nova e importante fase do financiamento agropecuário. O Quadro 2 apresenta um resumo dos novos títulos e suas definições.

QUADRO 2 – Novos títulos de financiamento agropecuário.

<b>TÍTULOS</b>	<b>OBJETIVOS</b>
<b>CDA</b> - Certificado de Depósito Agropecuário	Representa a promessa de entrega de produtos agropecuários, seus derivados, subprodutos e resíduos de valor econômico, depositados em conformidade com a Lei de Armazenagem.
<b>WA</b> - Warrant Agropecuário	Confere direito de penhor sobre o produto descrito no CDA correspondente.
<b>CDCA</b> Certificado de Direitos Creditórios do Agronegócio	Representa a promessa de pagamento em dinheiro, de emissão exclusiva de cooperativas de produtores rurais e de outras pessoas jurídicas que exerçam a atividade de comercialização, beneficiamento ou industrialização de produtos e insumos agropecuários ou de máquinas e implementos utilizados na produção agropecuária.
<b>LCA</b> Letra de Crédito do Agronegócio.	Representa a promessa de pagamento em dinheiro, de emissão exclusiva de instituições financeiras públicas ou privadas.
<b>CRA</b> Certificado de Recebíveis do Agronegócio	Representa a promessa de pagamento em dinheiro, de emissão exclusiva das companhias securitizadoras de direitos creditórios do agronegócio.

Fonte: MAPA (2005).



### 2.3 Mercado derivativo

Os mercados derivativos surgiram com as inovações do mercado financeiro na busca de sintetizar qualquer fluxo de caixa desejado e para proteger os ativos do risco de preço.

Os mercados derivativos são aqueles que derivam do mercado físico ou primário e apresentam alternativas variadas de instrumentos de comercialização de variados tipos de ativos, incluindo os produtos agropecuários.

Dependendo do tipo de contrato comercializado, eles atendem a pelo menos uma das seguintes funções: proteção contra variação adversa de preço; garantia de mercado; e recebimento adiantando de dinheiro.

A principal finalidade do mercado derivativo, segundo Hull (1996), é a fixação de preço da *commodity*, eliminando o risco da variação de preço, pois há uma inter-relação de interferência entre os preços futuros e os preços à vista do mercado físico dos produtos agropecuários.

Apesar da falta de conhecimento destas novas formas de comercialização, a utilização de mercados derivativos, através do mercado futuro e de opções, vem aumentando a cada ano, fato este registrado pela BM&F, que vem tendo recordes anuais de contratos negociados, conforme pode ser visto no Quadro 3.

As diferentes formas de contratos derivativos devem ser encaradas como instrumentos adicionais que podem e devem ser levadas em consideração no gerenciamento da atividade de comercialização agrícola. São instrumentos úteis para fins específicos (Aguilar, 1999).

A comercialização dos produtos agropecuários em mercados derivativos, seja por bolsa de mercadorias e/ou por Cédula do Produto Rural (CPR), ainda é pouco usada, mas vem ganhando importância, pois com a tendência da

profissionalização da atividade, a utilização de mecanismos, que garantam preços e recursos financeiros, será cada vez mais ampliada.

QUADRO 3 – Evolução do número de contratos futuros negociados no ano de 2000 para o ano de 2004.

<b>Mercado</b>	<b>2000</b>	<b>2004</b>
Açúcar cristal futuro	36.825	47.347
Álcool anidro futuro	53.963	40.453
Algodão futuro	306	60
Boi gordo futuro	148.428	225.200
Bezerro futuro	0	1.024
Café arábica futuro	390.513	620.997
Café robusta conillon futuro	0	20
Milho futuro	4.369	52.600
Soja futuro 100 toneladas	1.937	2.138
Soja futuro 27 toneladas	320	5.087
<b>Total – Agropecuários Futuros</b>	<b>636.661</b>	<b>994.926</b>

Fonte: BM&F Dados Trabalhados.

A comercialização em mercados derivativos pode ser classificada em contratos a termo, a futuro e de opção. Conforme Castro Junior et al. (1997), nos contratos a termo o comprador e o vendedor definem um preço e se efetua a operação de compra ou venda antes mesmo da disponibilidade do produto. Nesse tipo de contrato pode ou não haver adiantamento de recursos e os contratos são sempre liquidados por entrega da mercadoria ao preço combinado.

O contrato futuro é uma outra forma de comercialização que se diferencia do contrato a termo. A diferença entre eles é que no contrato a termo, o comprador e o vendedor ficam obrigados até o vencimento e liquidam o contrato mediante a entrega física do produto.

No mercado futuro tanto o comprador quanto o vendedor são livres para saírem do contrato invertendo suas posições, quando assim desejarem. O

contrato futuro tem por objetivo estabelecer todas as condições de transação, menos a cotação do produto e apenas 1% é feita por entrega física do produto.

Conforme Teixeira (1992), os mercados futuros se constituem no instrumento de mercado mais eficaz para eliminar o risco da variação de preços dos bens econômicos.

Marshall (1923) expressa a característica dos contratos futuros como um seguro, pois, se o comprador teme que o preço da sua mercadoria suba no futuro e o vendedor em sentido oposto teme que o preço caia, propicia a condição de efetivar uma neutralização dos temores de ambos os agentes.

Para Black (1976), o principal benefício dos contratos futuros é o seu uso para sinalização de preços, que permite aos participantes do mercado a vista tomarem decisões mais eficientes com base no movimento do preço destes contratos.

O caráter protetor do mercado futuro baseia-se na pressuposição de que mudanças nos preços correntes das mercadorias e mudanças nos preços dos contratos futuros são convergentes, onde perdas ocorridas por causa das compras e vendas no mercado futuro seria compensadas por transações opostas ocorridas no mercado físico.

Segundo Fileni (1999), a falta de conhecimento operacional e as incertezas em relação ao comportamento relativo dos preços futuros e à vista, contribuem para a pequena participação do mercado futuro durante a comercialização agrícola.

Para Souza (1994), os obstáculos ao desenvolvimento dos mercados futuros se encontram nas peculiaridades do ambiente empresarial rural brasileiro e suas relações com a agroindústria.

Lazzarini (1997) cita esta peculiaridade cultural, como fator limitante nos Estados Unidos ao desenvolvimento dos mercados derivativos no início do século XX, mas que tem arrefecido, principalmente, pela maior

profissionalização e elevação cultural dos agricultores que possibilitou uma maior capacidade gerencial e familiaridade com negociações de contratos em bolsas.

Juntamente com o mercado futuro pode-se incluir neste desenvolvimento o mercado de opções. Existem dois tipos de contrato de opções, venda e compra que conferem ao portador deste contrato o direito de exercer ou não o direito de compra ou venda do objeto de negociação em determinada data e por um certo preço.

A vantagem desse tipo de contrato sobre o contrato futuro está relacionado ao estabelecimento de preço mínimo de venda, mas não um preço máximo, não há chamada de capital e existem vários níveis de seguro de preço a serem escolhidos.

#### **2.4 Contratos agrícolas negociados na BM&F**

O algodão para chegar até o seu destino final passa por diversas etapas que, segundo Urban et al. (1995), engloba desde a produção no campo, passando pela algodoeira, fiação, tecelagem, acabamentos, indústria de confecções até chegar à distribuição varejista. Demonstra a importância desta *commodity* para diversos agentes e necessidade da utilização de outras formas de comercialização, como os mercados derivativos.

Destaca-se como principal bolsa de negociação do algodão a New York Cotton Exchange (NYCE), que é referência de preço para o mercado internacional. O algodão foi uma das commodities pioneiras na negociação em mercados futuros no Brasil e, no decorrer do tempo, foi perdendo importância e chegando até mesmo a ser retirado das negociações. O contrato voltou a ser negociado na BM&F em 1996. Este contrato apresenta o problema de falta de liquidez principalmente pela característica de liquidação que é obrigatoriamente

por entrega física além de ser um contrato que exige somas de valores mais elevadas limitando a ação de investidores.

O contrato atual de algodão negociado na BM&F é cotado em dólar por libra peso e corresponde a 0,01% do número de contratos agropecuários e a 0,03% do volume negociado de contratos agropecuários.

O açúcar é uma matéria prima fundamental para diversas indústrias, principalmente a de alimentos que são responsáveis por grande parte do consumo e cria uma ampla gama de agentes interessados na precificação da commodity e conseqüentemente, na realização de hedge o que leva a uma maior utilização dos mercados derivativos.

Conforme Stolf (1999), o mercado de açúcar nas bolsas é um dos mais líquidos do mundo, destacando como principais bolsas de comercialização do produto, a de Nova York (CSCE), que negocia o açúcar bruto, em Londres (LIFFE) negocia-se o açúcar branco e também na bolsa de Paris e em São Paulo, na BM&F, sendo que nestes dois últimos não é tão significativa a comercialização.

Na BM&F se negocia o contrato futuro de açúcar cristal, ou seja, açúcar branco, cotado em dólares americanos, que, correspondeu no ano de 2004 a 4,51% dos contratos agrícolas negociados e a 1,40% do volume financeiro das commodities negociadas.

Nos Estados Unidos, a CME (Chicago Mercantile Exchange) negocia o contrato de Etanol, e na BM&F negocia-se o contrato de álcool anidro carburante que corresponde a 3,88% da quantidade de contratos agrícolas negociados.

O mercado futuro do boi gordo no Brasil é um dos mais importantes na BM&F, possui liquidez e vem aumentando sua procura a cada ano, onde a cotação é feita em reais por arroba (@). Em 2004, o contrato do boi gordo representou 21,54% do volume de contratos negociados que correspondeu há um

volume financeiro de 11,65%. Nos Estados Unidos, destaca-se a comercialização de boi no mercado futuro da bolsa de Chicago, a CME (Chicago Mercantile Exchange).

No mês de outubro de 2005, devido à ocorrência da febre aftosa no Brasil, o contrato de boi teve a sua liquidez aumentada consideravelmente, chegando a superar o número de contratos negociados de café em único dia.

Devido a sua importância para o Brasil e o mundo, o café é uma das commodities mais negociadas no mundo. A principal bolsa de negociação, a futuro de café arábica é a CSCE em Nova York. Esta é o parâmetro para a precificação no comércio internacional.

Em Londres, na LIFFE, o mercado tem um importante referencial para o mercado de café robusta. A commodity também é negociada na BM&F, e a cotação é em dólares por saca de café arábica.

De acordo com Arbex & Carvalho (1999), o mercado futuro de café brasileiro é o mais desenvolvido entre os produtos agrícolas nacionais, com o maior volume de negociação entre os contratos agropecuários na Bolsa de Mercadorias & Futuros (BM&F). No ano de 2004 o contrato de café representou 64,35% dos contratos negociados e 70,50% do volume financeiro.

A principal bolsa de negociação de milho do mundo é Chicago Board of Trade (CBOT), a bolsa chinesa de Dalian vem ganhando importância e se tornando também um referencial de precificação do milho no mundo. O contrato de milho é negociado na BM&F em reais por saca e vem apresentando uma evolução nos números de contratos negociados e, apesar de ter ainda pouca liquidez. O contrato de milho representou na BM&F em 2004, 2,39% do número de contratos negociados e um volume financeiro de 1,09%.

Como o milho, a principal bolsa de futuros de soja é a CBOT e a bolsa de Dalian na China também vem ganhando importância na referência mundial de precificação desta commodity.

Na BM&F a soja é negociada em dólares por tonelada métrica, o qual ainda não apresentou grande liquidez, representando 0,24% dos contratos negociados e 0,80% dos valores financeiros. O contrato da BM&F apresenta correlação com as variações dos preços negociados na CBOT, conforme Stolf (1999), o que demonstra a internacionalização da formação dos preços da soja mercado interno.

Como visto, o mercado derivativo vem representar para o agronegócio brasileiro uma importante ferramenta para uso e isto acarreta em maior necessidade de se conhecer como utilizar este mercado, pois diversos agentes podem utilizá-lo para suas necessidades específicas de hedger ou investimento, no qual este dueto propicia liquidez para a utilização dos contratos agropecuários que em muito ajudará o desenvolvimento deste setor no agronegócio brasileiro e no setor de investimentos.

## **2.5 Investimentos em commodities agropecuárias**

Em conformidade com a característica da agropecuária em criar complexos agroindustriais, confirma-se o grande número de agentes que podem utilizar os mercados derivativos e com as possibilidades de garantia de preços e financiamento para o mercado agrícola poderão ampliar as pontes entre o setor financeiro e o agronegócio.

A utilização dos mercados derivativos propicia o acesso do produtor a recursos de mercado, aumentando sua disponibilidade para o setor, além de contribuir para a redução dos custos desses recursos e pelo lado dos investidores institucionais, nasce nova oportunidade de investimento.

Com esta abertura de novas possibilidades de investimentos, amplia-se a gama de investidores interessados em aplicar seu capital no setor agrícola, o que

traz uma maior liquidez para o mercado e fortalece a participação dos contratos agropecuários.

Um investimento é o comprometimento atual de dinheiro ou de outros recursos na expectativa de colher benefícios futuros. Embora dois ou mais investimentos sejam diversos em muitas maneiras, compartilham um atributo-chave que é central a todos os investimentos: sacrifica-se algo de valor, na expectativa de se beneficiar deste sacrifício depois (Bodie et al., 2000).

Agentes econômicos, portanto, envolvidos no processo de investimento são considerados como investidores, sendo assim, os investimentos podem ser realizados de diversas formas e em diversos objetos.

De acordo Liu (1990), pode-se dividir os investidores ou especuladores em três tipos; os day traders, que abrem e fecham suas posições no mesmo dia, position traders que mantêm sua posição por mais de um dia e os scalpers que executam operações rápidas, em questão de segundos e são os agentes que mais provêm liquidez nos contratos negociados.

O investimento em ativos reais compreende o emprego do capital em terras, prédios, máquinas e equipamentos, tecnologia e commodities. Os investimentos em ativos financeiros são comumente distinguindo entre três tipos gerais de ativos financeiros: de renda fixa, patrimonial e derivativos.

O título de renda fixa consiste em investimentos que pagam, em períodos definidos, uma certa remuneração, que pode ser determinada no momento da aplicação (pré-fixado) ou no momento do resgate (no final da aplicação - pós-fixado).

O título patrimonial são os investimentos em ativos cujo lucro é determinado pela diferença entre o preço de compra, mais os benefícios, menos o preço de venda. A compra de ações se encaixa neste tipo de investimento, no qual as ações ordinárias ou ao patrimônio de uma empresa representam uma participação na propriedade da corporação. Neste caso, não se promete qualquer



pagamento específico aos proprietários de ações, pois eles recebem quaisquer dividendos que a empresa possa pagar e tem propriedade rateada dos ativos reais da empresa. Neste caso se for bem-sucedida, o valor do patrimônio aumentará; caso contrário, diminuirá.

Portanto, o desempenho dos investimentos em ações está diretamente ligado ao sucesso da empresa e de seus ativos reais. Antunes & Procianny (2003) confirmam empiricamente, que o valor de mercado das ações empresariais, respondem aos efeitos de decisões de investimentos produtivos das empresas.

Os derivativos se tornaram uma parte integrante do ambiente de investimento. Um uso de derivativos, talvez o principal uso, é de fazer uma proteção contra riscos ou transferi-los para outros grupos, onde isto é feito com sucesso todos dias, e o uso desses títulos para gerenciar riscos é tão comum que o mercado de vários trilhões de dólares em ativos derivativos é uma certeza.

No entanto, os derivativos também podem ser usados para assumir posições altamente especulativas, mais do que isso, quando os derivativos complexos não são compreendidos, as empresas que acreditam estar fazendo uma proteção contra risco podem, na verdade, estar aumentando a sua exposição a várias fontes de risco.

Sá (1999), reforça esse pensamento, pois para ele os mecanismos de hedge (proteção contra o risco), criados pelo mercado em vez de estarem sendo utilizados principalmente para este fim, vêm sendo usados para alavancar ganhos (e perdas), ou seja, para ampliar a especulação.

Talvez por mau conhecimento do seu funcionamento ou por excessiva ambição das pessoas, os denominados mercados derivativos venham alavancando operações especulativas com reflexos imediatos sobre os ativos de origem, ampliando a volatilidade de seus preços no mercado e, conseqüentemente, atemorizando os verdadeiros investidores.

Esta questão de que os ativos derivativos compreendem maiores riscos e, conseqüentemente maiores perdas que os outros dois ativos financeiros, é questionável, à medida em que se, em ambos ativos investidos forem feitos com critério, responsabilidade e na mesma dose de percepção do risco inerente, esses se tornam iguais.

Conforme Lintz & Renyi (1998), os investidores podem assumir posições de investimentos de acordo com suas propensões a assumirem os riscos. As teorias utilizadas para descrever o comportamento humano em relação aos investimentos, a princípio, ainda não se mostram capazes de descrever o comportamento humano diante de situações de perdas e como ninguém gosta de perder em um investimento, especialmente quando a perda for decorrente da falta de informação ou de falsa informação, neste caso, além do sentimento de perda, a pessoa sente-se lesada.

Sendo assim, conforme Maluf Filho (1996), cresce a necessidade de técnicas de gestão científica, em que se exige uma clara identificação, mensuração e avaliação dos riscos em que incorrem as instituições financeiras para que possam ser eficazmente gerenciados os derivativos.

### **2.5.1 Análise de investimentos**

Segundo Sá (1999), a primeira evidência do desenvolvimento do processo de análise de investimentos sobre uma ótica técnica surgiu na década de 20 nos Estados Unidos, na época do otimismo e da alta desenfreada das cotações na bolsa americana e que culminou com o grande desastre de 1929.

Os pesquisadores que produziam trabalhos de análises de investimentos eram chamados na época de estatísticos, uma vez que só produziam sobre os dados do mercado desconsiderando qualquer análise de valor.

Ao longo da década de 30 consolidou-se a opinião da importância do mercado de capitais para a economia em geral e, também, a opinião de que o mercado de capitais só seria benéfico para o desenvolvimento dos países se fosse transparente e honesto.

A noção do *disclosure* (abertura e disseminação de informações) despontou como necessidade absoluta a fim de colocar em igualdade de condições todos os participantes do mercado.

Essas novas idéias frutificaram junto às universidades e instituições de mercado, surgindo então a profissão de analista de investimentos. No início da década de 50, mais precisamente em 1952, o professor Harry Markowitz publicou um trabalho, “Portfolio Selection”, que revolucionou os meios acadêmicos de então. Em virtude disso, a teoria de Markowitz, apesar de representar um marco decisivo para a gerência de investimentos, não teve, por muito tempo, aplicação prática no mercado em geral

Baseado nas idéias de Markowitz, Sharpe (1964) desenvolveu o denominado “Modelo do Índice Único” no início da década de 60 e, em 1964, apresentou o “Capital Asset Pricing Model”, um modelo para precificação de ativos em mercados de títulos de risco em equilíbrio (consenso de expectativas).

Destacam-se, também, os estudos desenvolvidos por Fisher Black e Myron Scholes, na segunda metade da década de 60, em busca de um modelo para a precificação de opções. Esses estudos foram iniciados por Black em 1965; entre 1965 e 1970, Black, com a colaboração de Scholes, tentava infrutiferamente desenvolver um modelo que possibilitasse avaliar o preço justo de uma opção sobre ações.

Entretanto em 1970, com a decisiva contribuição de Robert Merton, o dilema foi resolvido, resultando na conhecida equação de Black & Scholes para a precificação de opções de ações. Essas teorias sobre a precificação de ações e de opções e sobre a administração de carteiras vêm sendo aplicadas por

investidores institucionais, favorecida sua aplicação pelo desenvolvimento da informática, que possibilitou estimativas cada vez mais precisas do valor justo das ações.

Cada vez mais vem-se procurando desenvolver modelos quantitativos mais avançados para a gerência de investimentos. Uma das áreas mais promissoras se refere a sistemas não lineares, a teoria do caos vem sendo utilizada cada vez mais para explicar o movimento dos preços das ações.

Provavelmente, avanços no desenvolvimento de teorias matemáticas não lineares podem alterar, dramaticamente, os métodos de análise de investimentos, porém de qualquer forma, todo este esforço, sem dúvida, conduzirá a técnicas mais avançadas para a análise e gerência de investimentos, explicando cada vez com maior clareza o que leva o mercado a estabelecer o preço de cada ação em cada momento.

No mundo atual, a situação se mostra mais complicada ainda. A abertura das economias, a conseqüente facilidade e liberdade concedida aos fluxos de capital e a ligação dos mercados financeiros e de capital dos vários países por uma rede mundial informatizada, facilitando extraordinariamente a intermediação financeira.

Com isto, vêm provocando uma enorme volatilidade nas taxas de retornos das bolsas de valores, especialmente nos países emergentes e em virtude disso, muitos investidores (ou especuladores) têm abandonado as técnicas de avaliação dos investimentos baseados na renda esperada desses investimentos – adequadas para aplicações de prazo mais longo e têm-se voltado para as técnicas de previsibilidade dos preços futuros dos ativos em análise, muitas vezes de resultado duvidoso e adequadas para investimentos especulativos.

Outra forma de análise do mercado é a utilização da escola gráfica, que se utiliza de séries passadas de preços e de volumes negociados para prever os

movimentos dos preços futuros, contesta a hipótese do caminho aleatório (*random walk*) dos preços e no caso dos sucessivos movimentos dos preços de uma bolsa, não está se tratando de eventos puramente aleatórios e, no caso dos sucessivos preços de uma ação em bolsa, é natural supor que a próxima cotação tenha relação com as cotações anteriores, apesar de muitas vezes ser muito difícil explicar essa relação.

Embora possa não ser literalmente verdade que todas as informações relevantes serão descobertas, com certeza, existem muitos investigadores correndo loucamente atrás de qualquer pista que pareça provável, para aumentar o desempenho do investimento.

A presença de ineficiência no mercado, assimetria informacional e conflitos de agência podem interferir na relação entre o anúncio e a reação do mercado ao fato tornado público. Conseqüentemente força a busca por parte dos investidores obterem informações relevantes e de estarem sempre na vanguarda para poderem tirar dessas informações, condições de decidirem corretamente sobre os seus investimentos seja ele em ativos acionários ou ativos derivativos.

### **2.5.2 Modelos de previsão**

A previsibilidade do homem em relação ao futuro é um fator de alta limitação e que aguça cada vez mais os agentes interessados em determinadas informações. Apesar dos esforços dos especialistas em diferentes áreas do conhecimento, tais como, previsões de clima, consumo e, principalmente, na precificação de ativos, continuam sujeitos a um elevado grau de imperfeição, pois o futuro é sempre desconhecido, fato esse que torna a capacidade de se prever o futuro com um maior grau de acerto em uma importante vantagem competitiva.

Os agentes envolvidos nas atividades econômicas buscam realizar seus investimentos no intuito de obterem maiores recursos no futuro. A amplitude das possibilidades de investimentos faz com que os investidores estejam sempre atentos a novas possibilidades de emprego do seu capital em situações que lhes propiciem obter maiores vantagens tanto em relação ao retorno desse capital quanto em relação ao risco que esse investidor corre exatamente por emprego de seu capital com intuito de conseguir vantagens posteriores.

Nos tempos atuais, onde o acirramento da concorrência é cada vez maior, torna-se imperativo para os investidores serem pró-ativos, desenvolvendo procedimentos, técnicas e instrumentos eficazes que possibilitem mensurar retornos e riscos dos seus investimentos, de maneira que tragam informações para serem interpretadas e analisadas com o objetivo de construir conhecimento para os investidores tomarem decisões cada vez mais embasadas, fazendo com que estejam sempre em melhores condições competitivas que os seus concorrentes.

A dualidade da postura em relação aos fatos do futuro faz com que as ferramentas de análise de previsão, os modelos de previsão, ganhem importante espaço, pois, uma decisão de investimento não é tomada somente sobre sensações e impulsos intuitivos, mas tomadas embasadas em eventos cuja probabilidade de acontecer são aferidas, principalmente utilizando dados ocorridos no passado, em uma série temporal.

Conforme Morettin & Tolo (2004), uma série temporal é um conjunto de observações ordenadas no tempo que poderiam ter sido observadas, ou seja, é parte de uma trajetória. A análise de uma série temporal atende ao objetivo de investigar o mecanismo gerador da série, descrever o comportamento da série, procurar periodicidade relevantes nos dados e fazer previsões de valores futuros, em que estas etapas se relacionam com a análise, modelagem e previsão da série temporal.

Um bom modelo de previsão se caracteriza na produção de previsões com erro pequeno, pois ele está baseado em modelos estatísticos, que podem ser reproduzidos, tem uma justificativa teórica e cujas previsões são obtidas a partir de um modelo, que é a simplificação da realidade. A previsão não é um fim em si mesma, mas um meio de fornecer informações para uma conseqüente tomada de decisão, visando atingir os objetivos propostos.

Para Harrison & Stevens (1976), uma previsão adequada deve dar suporte a uma decisão minimizadora de risco para os agentes que irão tomar alguma decisão, fato este de extrema importância, para a área de finanças. O desenvolvimento de modelos de previsão pode ser encontrado em diversos trabalhos, cujo objetivo foi realizar previsões de riscos, retornos, composição em portfólio e valores de ativos, utilizando diferentes técnicas e abordagens de mercado. Dentre vários trabalhos podem-se citar, Throstensen (1976), Keim & Stambough (1986), Gomes (1989), Chesney & Eid Júnior (1996), Parré & Bacchi (1997), Mol (2003), Albuquerque (2003) e Silva (2003) entre um universo de autores que trabalharam com a técnica de previsão nos mercados acionários e derivativos.

### **2.5.3 Risco**

A noção de risco está sempre associada à possibilidade de perda. Quanto mais valioso o objeto e quanto maior a possibilidade de perda, maior o risco.

Jorion (1998) define o risco como sendo a volatilidade de resultados inesperados, normalmente relacionada ao valor de ativos ou passivos de interesse.

Gitman (1997) define o risco em seu sentido fundamental, como a probabilidade de prejuízo financeiro. Os ativos que possuem grandes

possibilidades de prejuízo são vistos como mais arriscados que aqueles com menos probabilidades de prejuízo.

Quanto mais certo for o retorno de um ativo, menor sua variabilidade e, portanto, menor o seu risco. Há 350 anos pensava-se ser impossível prever o risco, todavia, o desenvolvimento das áreas de matemática, economia, psicologia dentre outras, possibilitou a criação de instrumentos para a quantificação e qualificação do risco e sendo assim, tomar decisões mais bem fundamentadas, para determinar o risco e a aptidão do investidor.

Esses métodos permitem aos investidores assumirem maiores riscos do que assumiriam, acarretando em benefício à sociedade que não pode progredir sem os tomadores de risco. Hertz (1964) reforça a idéia afirmando que a análise de risco é uma ferramenta de apoio fundamental para os tomadores de decisão, pois, através dela, leva-se em conta as incertezas associadas a investimentos.

Numa situação dita de risco conhece-se a exata distribuição de probabilidades de cada um dos eventos possíveis relacionados à decisão tomada, ou seja, pode-se construir objetivamente a distribuição de probabilidades do evento futuro.

Por outro lado, uma situação é dita de incerteza quando não se tem o conhecimento objetivo da distribuição de probabilidades associadas aos eventos que poderão resultar. O que se procura numa situação de incerteza é estimar uma distribuição de probabilidades para um evento futuro utilizando para isso conhecimento passado.

Para o gerenciamento do risco é necessário identificar os vários tipos de riscos aos quais estão sujeitos os agentes econômicos. Silva Neto (1999) cita quatro grandes grupos de risco financeiro: mercado, crédito, operacional e legal.

Os riscos de mercado surgem de mudanças nos preços (ou volatilidades) de ativos e passivos financeiros, sendo mensurados pelas mudanças no valor das posições em aberto ou nos ganhos.



Esse risco é também negociado em bolsas de valores, futuros, opções e mercadorias. Ele está diretamente relacionado à forma pela qual o preço de um bem ou derivativo se comporta no dia a dia, é o que se pode ganhar ou perder quando se assume uma posição num determinado ativo, pela simples mudança em seu preço.

Os riscos de crédito surgem quando as contrapartes não desejam ou não são capazes de cumprir suas obrigações contratuais. Seu efeito é medido pelo custo de reposição de fluxos de caixa, caso a outra parte fique inadimplente.

Em termos mais genéricos, o risco de crédito, também, pode causar perdas quando a classificação dos devedores é rebaixada pelas agências especializadas, o que normalmente causa redução no valor de mercado de suas obrigações. A administração do risco de crédito engloba aspectos qualitativos e quantitativos.

Os riscos operacionais referem-se às perdas potenciais resultantes de sistemas inadequados, má administração, controles defeituosos ou falha humana, a qual inclui o risco de execução, correspondente a situações em que as operações não são executadas, resultando, às vezes, em atrasos onerosos ou em penalidades.

Em termos mais genéricos, o risco de execução relaciona-se a qualquer problema nas operações de back office, pertinente ao registro de transações e à reconciliação de operações individuais com a posição agregada de instituição. O risco operacional também inclui fraude (situações em que os traders falsificam informações) e risco tecnológico, o qual se refere à necessidade de proteger os sistemas contra acesso não autorizado e violações.

Questões ligadas à avaliação de ativos também podem criar sérios problemas operacionais. Chama-se de risco de modelo o perigo de se utilizar na avaliação de posições ser imperfeito a modelagem.

Os riscos legais surgem quando uma contraparte não possui autoridade legal ou regulatória para se envolver em uma transação. Esse risco pode fazer com que um acionista abra ações judiciais contra uma empresa que tenha sofrido grandes perdas.

Os riscos legais também incluem o risco de conformidade e o risco de regulamentações governamentais, como manipulação de mercado e transações realizadas. O risco de regulamentação se manifesta no cumprimento e na interpretação de normas e até mesmo em “persuasão moral”.

Jorion (1998) acrescenta mais um tipo de risco neste grupo. Os riscos de liquidez podem ser divididos em riscos de liquidez de mercado/produto e risco de liquidez de caixa/obtenção de recursos.

O primeiro surge quando uma transação não pode ser conduzida pelos preços de mercado prevalecentes, devido à atividade insuficiente de mercado. Mais especificamente, esse risco retrata o problema de contratos de balcão sem liquidez.

O segundo tipo de risco refere-se à impossibilidade de cumprir as obrigações relativas aos fluxos de caixa, que pode forçar a liquidação antecipada de contratos, transformando perdas escriturais em perdas reais.

O risco de obtenção de recursos pode ser controlado através do planejamento adequado das necessidades em que podem ser administradas pela limitação dos intervalos entre os fluxos de caixa e, também, por meio de diversificação, como no caso anterior.

Como visto os tipos de riscos financeiros também recaem nas opções de investimentos, tanto no mercado acionário como no mercado de derivativo de forma igualitária, fazendo com que não existam procedimentos altamente diferenciados que ocasionem um aumento do risco comparativo.

Os riscos que podem diferenciar esses tipos de investimentos não estão nos riscos financeiros, mas também nos riscos operacionais que são aqueles

assumidos voluntariamente, a fim de criar vantagem competitiva e valorizar a empresa perante seus acionistas.

O risco operacional está relacionado ao setor da economia em que a empresa opera e inclui inovações tecnológicas, desenho de produtos e marketing e os riscos estratégicos resultam de mudanças fundamentais no cenário econômico ou político.

Em geral, os modelos para o gerenciamento de risco são desenvolvidos para gerenciar o risco de mercado e utilizam-se de diferentes indicadores, todos de origem estatística, para sua qualificação.

O indicador mais utilizado nos modelos de gerenciamento de risco é a variância dos retornos dos ativos *ex-post*, ou seja, observado o que ocorreu no passado, o risco é quantificado pela variância das rentabilidades medidas em iguais intervalos de tempo obtidas em um investimento em um determinado ativo.

A quantificação do risco histórico de um investimento é uma informação importante, porém não se pode garantir que o futuro reproduzirá da mesma forma o passado e na verdade o que interessa é prever o risco para o futuro.

De acordo com Lima (1999), os riscos de mercado são bastante estudados pela literatura financeira e existem várias metodologias para a sua identificação. Conforme Linsmeier & Person (1996), o Value at Risk (VaR) é a mais utilizada. Esse foi inicialmente usado na década de 80 por empresas financeiras para medir riscos em carteiras de investimentos. Atualmente, o VaR é usado pela maioria das empresas que operam em mercado derivativo para medir e administrar o risco de mercado.

Chesney e Eid Júnior (1996) em seus estudos demonstram a utilidade dos mercados derivativos para a diminuição dos riscos, pois a utilização de opções para compra de ativos acionários diminuiu o nível de riscos destes ativos.

#### **2.5.4 Retorno**

Bodie et al. (2000) colocam que uma medida-chave para o sucesso dos investidores é a taxa à qual os seus fundos cresceram durante o período de investimento.

O retorno do período de manutenção do investimento (RPMI) total de uma ação depende do aumento (ou diminuição) no preço da ação sobre o período de investimento, assim como em qualquer renda de dividendo que a ação tenha fornecido. O prêmio do investimento realizado é o retorno esperado.

Para Gitman (1997), o retorno sobre um investimento é medido como total de ganhos ou prejuízos dos proprietários, decorrentes de um investimento durante um determinado período de tempo. É comumente determinado, considerando-se as mudanças de valor do ativo, mais qualquer recebimento ou distribuição de caixa. Geralmente é expresso como porcentagem do valor do investimento no início do período.

De acordo com Ross et al. (1995), o retorno esperado é o que o indivíduo espera que uma ação possa proporcionar no próximo período. Trata-se de uma expectativa, podendo o retorno efetivo ser mais alto ou mais baixo.

Uma abordagem que surge no contexto risco/retorno é quando se tem que fazer uma escolha entre dois investimentos que proporcionam os mesmos retornos esperados, mas riscos diferentes. Nesse sentido Brigham (1999) afirma que a maioria das pessoas, dado o retorno esperado, escolheria o investimento com o risco mais baixo.

De modo semelhante, na escolha entre dois investimentos com o mesmo risco, mas com retornos esperados diferentes, os investidores em geral prefeririam o investimento com o retorno esperado mais alto.

Portanto, qualquer investimento envolve algum grau de incerteza sobre os retornos futuros dos períodos de manutenção do investimento e, na maioria

dos casos, essa incerteza é considerável, pois há diversas fontes de risco que vão determinar o nível de retorno dos investimentos.

Damodaran (1997), ressalta a dualidade risco/retorno, de como o risco é medido, como é recompensado e quanto risco assumir são fundamentais em cada decisão de investimento, desde a alocação de ativos até a avaliação. Nessa área vêm ocorrendo os debates entre teóricos e práticos sobre qual o modelo correto a ser utilizado. Ressalta, ainda, que um bom modelo de risco e retorno deve possibilitar uma medida para risco que seja universal, especificar que tipos de risco são recompensados e que tipos não o são, padronizar medidas de risco, permitindo análise e comparação, traduzir a medida de risco em retorno esperado e funcionar.

Desse modo, seja qual for o tipo de investimento realizado, utilizando ativos financeiros acionários ou derivativos, o risco sempre estará presente e responsável pelo retorno que estimulará cada vez mais os investimentos e caberá ao investidor empregar modelos de risco e retorno que busquem trazer informações que tragam vantagens de atuações no mercado possibilitando ter resultados positivos.

### **2.5.5 Carteiras de investimento**

A carteira do investidor é, simplesmente, a sua coleção de ativos de investimento. Uma vez estabelecida a carteira, ela é atualizada ou reequilibrada ao vender os títulos existentes e usar a renda para compor novos títulos adicionais para aumentar o tamanho da carteira como um todo, ou ao vender títulos para diminuir o tamanho da carteira.

Esta carteira pode conter diversos ativos o que obriga os investidores a tomarem dois tipos de decisões ao construir as suas carreiras. A decisão sobre a alocação de ativos, que é a escolha entre classes gerais de ativos, enquanto que a

decisão sobre a seleção de títulos é a escolha de quais títulos específicos possuir *em* cada classe de ativo.

Até recentemente, os modelos de cálculo para risco e retorno eram em grande parte subjetivos e variavam bastante de investidor para investidor, porém com a finalidade de se construir uma carteira de títulos que satisfaça ao investidor com relação à combinação do binômio retorno x risco, Markowitz, no início da década de 50, publicou um trabalho que representa um marco no assunto.

Markowitz (1952) publicou *Portfolio Selection*, em que se fundamentaram algumas premissas racionais e estabeleceu um modelo matemático para determinação das denominadas carteiras eficientes. As premissas que fundamentaram todo o processo de análise de carteiras desenvolvido por Markowitz se relacionam sempre às expectativas geradas para um período adiante, – 1 mês, 1 semestre, 1 ano ou qualquer outro período definido inicialmente, que os investidores buscam maximizar a utilidade esperada para o período do investimento e apresentam utilidade marginal decrescente conforme aumenta a riqueza; que todos os investidores elaboram suas projeções de rentabilidade para os ativos a partir da distribuição de probabilidades para as várias taxas de retorno que podem ser alcançadas no período do investimento; os investidores associam risco à variabilidade das taxas de retorno dos ativos em análise; os investidores baseiam suas decisões somente em termos do retorno esperado e do risco do investimento.

De uma maneira geral, a carteira eficiente proposta por Markowitz busca na diversificação dos ativos diminuir o chamado risco único, risco próprio, risco não-sistemático ou risco diversificável.

Para Securato (1993), esse risco é intrínseco ao ativo e ao seu subsistema e Hull (1996) ressalta que este tipo de risco não tem importância para o

investidor, pois pode ser totalmente eliminado com a manutenção de uma carteira bem diversificada.

Outro risco que permanece mesmo após a diversificação e não pode ser evitado é chamado de risco do mercado, risco sistemático ou risco não-diversificável. Esse risco, conforme Securato (1993) consiste nos riscos que os sistemas econômicos, político e social, vistos de forma ampla, impõem ao ativo.

Estudos realizados por Gray (1961), Stevenson & Bear (1970), Dusak (1973), Bodie & Rosansky (1984), Elton et al. (1987), Fama & French (1987), Hartzmark, (1987), Kahl & Hudson (1989), Milonas (1991), Kolb (1992), Lintner (1997), Mattos (2000), Jensen et al. (2000) e Teixeira (2002), com a composição de carteiras com ativos agropecuários, demonstram a plena possibilidade de investimento nestes ativos e na formação de carteiras de investimentos e, conseqüentemente, em um grande potencial para o desenvolvimento deste mercado, que é o mercado futuro e de opções das commodities agropecuárias.

## **2.6 Número índice**

Foi o italiano Gian Rinaldo Carli que criou um dos primeiros índices de preço que se tem conhecimento, utilizando-se uma média aritmética simples das razões dos preços nos respectivos períodos. Segundo Walsh (1901), Carli realizou um completo estudo empírico do comportamento dos preços dos grãos, vinho e óleo no período de 1500 a 1750.

Com essa fórmula, Carli estava criando o que Fisher (1927) passou a chamar de “preços relativos”, representados simplesmente pela razão de dois preços e com grande utilização na Teoria dos Números-Índice.

O índice de Carli, bastante simples na sua concepção, apresenta uma série de limitações, sob o “enfoque estatístico e axiomático”, além de ser uma

fórmula não-ponderada, não contemplando as quantidades envolvidas, limitando, conseqüentemente, uma adequada representação das forças de mercado, por assumir que todos os produtos têm a mesma participação na economia.

Diewert (1987), citando Dutot, coloca que esse autor já teria utilizado uma fórmula matemática para obter um índice de preço dado pela razão entre a média geral dos preços em um determinado período dos preços no período base. Esse é um índice que passou a ser chamado – por sugestão também de Fisher (1927) – de “índice agregativo simples”. Havia, entretanto, na metodologia, uma possibilidade de erro bastante grande em decorrência da diferença de magnitudes dos produtos (e suas unidades), motivo pelo qual o índice de Dutot não se disseminou.

Diferentemente do Índice de Carli, o de Dutot atenderia ao teste de reversão do tempo, pela própria natureza da fórmula (a simples razão entre dois valores). A grande restrição do Índice de Dutot refere-se ao fato de que, em caso de produtos diversos, estar-se-ia somando preços de unidades completamente distintas, como por exemplo, o preço de um quilo de açúcar e o de um litro de querosene. Isso equivale a dizer que o índice não atende ao teste, considerado fundamental da comensurabilidade, que garante que o índice de preço é alterado caso as unidades de mensuração de cada produto o sejam. Essa restrição não ocorre no caso da função agregação ser composta por informações representadas por uma única unidade.

O Índice de Dutot também é não ponderado, de modo que não considera a importância de cada informação no mercado. Essa é uma outra grande limitação, suficiente para que tal índice não seja recomendado na representação de funções de agregação mais complexas.

O primeiro índice de preço de caráter público e oficial foi criado no ano de 1780, em Massachusetts, nos Estados Unidos. O objetivo era corrigir o valor



da remuneração dos alistados na guerra, em um período no qual o valor da moeda era instável e decrescente. Fisher (1913) tratou a respeito daqueles índices. No trabalho desse autor também há uma importante contribuição a respeito da história dos índices de preço, principalmente daqueles voltados ao interesse do poder público para a correção de variáveis econômicas.

Segundo Fisher (1927), outros nomes surgem nos primórdios da elaboração dos índices-número. Shuckburgh utilizou-se de uma média aritmética simples para a obtenção de seus índices na Inglaterra. Ele estabeleceu a noção de séries referidas a um período base. Em 1812, Young partiu dos trabalhos do primeiro, mas inovou ao propor ponderações pelas quantidades produzidas. Teria sido uma das primeiras propostas de ponderação dos índices.

Com as guerras napoleônicas, a relação entre o momento dos preços e o valor do dinheiro estimulou alguns estudantes a se preocupar com o fato. Exemplos que se destacaram foram Lowe e Scrope. O primeiro utilizou do conceito de ponderação dos índices, porém, não especificou, exatamente, como seria formado o vetor das quantidades dos produtos.

Outra importante contribuição relacionada à ponderação foi a do matemático Palgrave, que teve sua fórmula amplamente estudada por Fisher (1927). Palgrave propôs a ponderação do preço relativo de cada produto pelo peso no mercado. Esse peso seria representado pelo valor do dispêndio com o produto sobre o dispêndio total realizado.

As idéias precursoras de Lowe e Palgrave, porém, foram fundamentais para a inspiração de duas das fórmulas mais importantes e que ainda desempenham papel central na construção de índices de preços. De uma maneira geral, os economistas associam a elaboração de índices de preço ponderados aos índices de Laspeyres e Paasche (Fisher, 1927).

O Índice de Laspeyres mantém fixas as quantidades em uma cesta de bens no período base e observa como o custo total desta cesta move-se ao longo

do tempo até o período presente. Assim são incluídas as quantidades dos bens, de modo a se ponderar os índices de acordo com a participação dos bens do mercado.

O índice de Paasche, por sua vez, mantém fixas as quantidades no período presente (referencial) e determina como o custo total comportou-se nos períodos anteriores.

Uma importante limitação desses índices está no fato de não atenderem ao importante teste de reversão do tempo. Apesar dessa reconhecida limitação, a evolução da teoria acabou demonstrando que esses índices são bastante relevantes, pelo fato de que são passíveis de aplicações práticas e podem fornecer adequadas aproximações – ou pelo menos, fornecer os limites – para os supostos (não observados) índices verdadeiros.

A utilização de uma ou outra fórmula – de Laspeyres ou Paasche – sempre foi fonte de muitas discussões, tendo sido tratada inicialmente e com bastante propriedade por Fisher (1927), que propôs uma fórmula mista de cálculo de índice, que ficou conhecido como “Índice Ideal de Fisher”. Suas idéias de Fisher (1927) baseavam-se no fato de que a fórmula de Laspeyres, por manter constantes as quantidades consumidas, superestimaria o índice real de evolução dos preços, uma vez que o princípio da Teoria do Consumidor – de que este migra para outros produtos à medida que os preços dos similares aumentam (sem sair da mesma curva de utilidade) -, acabaria sendo violado.

Por outro lado, o índice de Paasche subestimaria a evolução dos preços, uma vez que as quantidades do período final estariam ajustadas, segundo a variação relativa dos preços dos bens substitutos/complementares, durante o período. Sendo assim, a fórmula de Fisher, dada pela média geométrica dos índices, acaba por caracterizar um índice intermediário.

O índice de Jevons deu importante contribuição à Teoria dos Números-Índice, sendo fundamental para o enfoque estatístico e para o estudo dos índices

geométricos. Assim, a evolução natural do Índice de Jevons foi o índice geométrico ponderado. A literatura, como ressalta Melo (1982), não atribui a aplicação precursora deste índice a nenhum autor, de modo que sua denominação ficou apenas “Índice Geométrico”. É importante ressaltar que esse é um dos índices utilizados na prática, para mensuração do custo de vida.

Basicamente, para a determinação dos índices se utilizam médias, sejam elas simples, ponderadas ou geométricas. O que vai determinar, realmente, o modelo a ser utilizado é a necessidade e a disponibilidade das variáveis a serem utilizadas para a precificação.

Os índices utilizados para acompanhamento e comparação de investimentos no mercado apresentam estas características, onde se destaca um rigor estatístico, mas o que vai determinar a utilização dos índices é mais por uma questão de adaptabilidade ao mercado.

## **2.7 Índices utilizados nos mercados**

No desenvolvimento dos mercados financeiros, os índices financeiros têm desempenhado papel fundamental para o acompanhamento da flutuação de preços dos ativos negociados principalmente, as ações. Através de sistemas de comunicação cada vez mais sofisticados e confiáveis, pode-se obter a variação de preços o que reflete as tendências da economia no plano local e mundial.

Para Mellagi Filho (2003), os índices de ações são números índices temporais complexos e, na maioria dos casos ponderados que procuram medir a lucratividade média de uma carteira consolidada de diversos investidores em ações durante um determinado tempo.

Por ser um valor numérico equivalente à média das cotações de certo grupo de ações, considerada representativa de todo o mercado, em determinado momento, podem ser considerados como indicadores de variação de preços ou

cotações de mercados utilizados para o acompanhamento do comportamento das principais ações negociadas numa bolsa de valores.

Conforme Leite & Sanvicente (1994), são os índices que possibilitam a comparação entre os vários mercados acionários do mundo e viabilizam o complexo processo decisório de investimentos, pois é através deles que os investidores podem distinguir as “marolas” das “ondas” que caracterizam o comportamento geral das cotações das bolsas de valores e estas das “tempestades” que, com maior frequência, ocorrem nos pregões.

Os índices de mercado servem, também, como referência para a análise do comportamento dos preços de determinada ação, as quais obedecem, em linha geral, às tendências de mercado, que são fielmente retratadas pelos índices.

Estes servem para a avaliação quantificada das alterações subjetivas do ânimo dos investidores, a intensidade de suas flutuações, é parâmetro para análise de riscos e desempenha também a função referência para avaliação de desempenho de ações e carteiras formadas.

Para que um índice possa efetivamente ser utilizado como instrumento de avaliação de desempenho de um mercado ou de uma bolsa, deve ser composto por uma suposta carteira de ativos que representa de forma mais eficiente possível o comportamento do mercado.

O critério de seleção das carteiras dos índices faz com que a performance dos diferentes índices não seja a mesma, ainda que sejam representativos da mesma bolsa ou mercado. Esse critério de seleção e o tipo de metodologia utilizada para a formação das carteiras são, portanto, os fatores que levam à personalização dos índices e impõem a necessidade de constantes revisões das carteiras de índice, a fim de isolar os ativos que tenham frequência mínima nos pregões e números mínimos de negócios.

Assaf Neto (2001), seguindo as características existentes de cada bolsa de valores no mundo, sugere a divisão dos índices de ações em cinco categorias conforme sua metodologia (abrangência e ponderação) que são:

- Índice composto por uma amostra das ações negociadas na bolsa: seu tamanho é predeterminado e há ponderação de participação na carteira pelo preço da ação e por fator subjetivo de importância. Exemplos: Índice Dow Jones e Nikkei 225.

- Índice composto por uma amostra predeterminada; é ponderado pelo valor de mercado de suas ações. Os índices mais conhecidos e difundidos no mercado financeiro adotam essa metodologia. Exemplos: S&P500, DAX-30 (Alemanha), CAC-40 (França), FTSE-100 (Inglaterra), Índice Hang Seng (Hong Kong) e IPC (México).

- Índice cuja composição engloba todo o universo de ações existentes e cuja ponderação dá-se pelo valor de mercado (ou capitalização). Exemplos: Índice NYSE, TOPIX (Japão), FTSE-*All Shares* e CAC (França).

- Índice que trabalha com todo o universo de ações na Bolsa e o pondera por meio do conceito de float, valor disponível em poder do mercado.

Esses índices geralmente são criados por consultorias financeiras, pois servem de referência para seus produtos e para análises elaboradas. Exemplos: IBA (Brasil-CNBV) e SBWEI (*Salomon Brothers*).

- Índice cuja carteira toma como base o volume transacionado – liquidez – ou o valor contábil da empresa emissora. Exemplo: Ibovespa, Merval (Argentina) e FGV-100.

A ponderação (tamanho da participação de cada ativo no índice), pode ser calculada por meio de uma média aritmética ou por uma média geométrica.

Para Weiss (2000), para um índice ser aceito como padrão de referência da Bolsa de Valores, deve apresentar as seguintes propriedades:

- Relevância: refletir os mercados e ativos de interesse dos investidores.

- Abrangência: incluir todas as oportunidades disponíveis.

- Critérios de seleção objetivos: ter regras claras, simples e previsíveis para seleção de ativos.

- Passível de investimento: todos os participantes devem poder igualar os retornos do índice, adquirindo seus componentes.

- Estabilidade dos componentes: deve haver poucas alterações em seus componentes, adaptando-se sempre às mudanças do mercado.

- Estilo de investimento e perfil de risco: devem ser claramente definidos e informados aos investidores.

- Divulgação: ampla divulgação de retornos do índice, de seus componentes (eventos societários, número de ações, valor de mercado etc.) e de sua metodologia, bem como do custo de sua obtenção.

- Confiabilidade: boa tecnologia de acompanhamento e elaboração, com poucos equívocos em sua série.

- Informação histórica: deve estar disponível.

O primeiro índice de preços de ações surgiu nos Estados Unidos por volta de 1884, desenvolvido pela firma Dow Jones & Co. sendo baseado em uma simples média aritmética, ou seja, dividindo-se a soma dos preços das ações pelo número de empresas emitentes das ações.

Conforme Leite & Sanvicente (1994), este índice de mercado não primou muito pela metodologia de construção, devido às dificuldades operacionais da época, mas o Dow Jones Industrial Average (DJIA) continua sendo há décadas o principal índice de mercado acionário norte-americano, representativo das ações negociadas na New York Stock Exchange (NYSE)

Um outro índice de mercado acionário norte-americano é o Standard & Poor's 500 (S&P 500), que é o segundo índice de mercado da história. De

amostragem mais ampla o S&P 500 utiliza várias ações de diversas bolsas americanas e de diversos setores da economia. O aprimoramento metodológico deste índice está na ponderação das ações na formação do índice.

Na busca de um índice mais representativo e de uma metodologia mais confiável, Arnold Bernhard and Co., concebeu o índice Value Line Composite Index (VLG), que inovou metodologicamente a obtenção da amostragem de ações, pois congrega cerca de 95% do valor de mercado das ações negociadas nos Estados Unidos. Os pesos das ações componentes do índice são iguais e o VLG baseia-se na média geométrica, o que traz vantagens metodológicas em relação aos índices DJIA e S&P 500. O VLG foi o primeiro índice a ser negociado em mercados futuros.

O Índice NASDAQ (National Association of Securities Dealers Automatic Quotation System) adota uma metodologia de ponderação por valor de mercado e há seis sub-índices principais extraídos da carteira principal, referentes aos setores de indústria, bancos, empresas financeiras, transportes e telecomunicação.

O índice NIKKEI-225 é o mais tradicional do mercado de ações japonês. Refere-se as flutuações das cotações de uma carteira formada por 225 ações cotadas na Bolsa de Valores de Tóquio. O NIKKEI-225 adota a média aritmética das variações de preços das ações incorporadas pela carteira como no DJIA, mas apresenta a vantagem de ter na composição de sua carteira um número maior de ações.

Este índice é negociado a futuro pela Singapore International Monetary Exchange (SIMEX), pela Osaka Securities Exchange e também pela Chigado Mercantile Exchange.

Outro índice acionário do mercado japonês é o TOPIX (Tóquio Price Index) que é um índice amplo, pois incluem todas as ações de alta liquidez e são ponderadas pelos respectivos valores de mercado das empresas. O TOPIX serve

como referencial para outros 28 sub-índices setoriais e três relativos ao porte das empresas. No Japão há também o índice da Osaka Securities Exchange (OSE-250) que se baseia metodologicamente nos índices DJIA e TOPIX.

O índice Financial Times – Stock Exchange (FT-SE 100) foi desenvolvido pela empresa Financial Times e pela Bolsa de Valores de Londres. Ele emprega a metodologia semelhante ao VLG, utilizando a média geométrica de uma carteira de 100 ações negociadas nesta bolsa e vem sendo negociado como futuro na London Stock Exchange.

No Brasil, o principal índice de mercado é o Ibovespa. Esse índice foi constituído em 2 de janeiro de 1968 com a finalidade de acompanhar o desempenho médio dos preços das *principais* ações que são negociadas na Bolsa de Valores de São Paulo (BOVESPA).

As ações que compõem o índice são escolhidas principalmente por sua representatividade em termos de volume de negócios (medido por um índice de negociabilidade) apresentada em dado período.

Para Mellagi Filho (2003), o Ibovespa é o mais importante indicador do desempenho médio das cotações do mercado de ações brasileiro, porque retrata o comportamento dos principais papéis negociados na Bovespa.

É o mais representativo indicador brasileiro, pela sua tradição – não sofreu modificações metodológicas desde sua implantação, em 2-1-68 – e também pelo fato de a Bovespa ser responsável por aproximadamente 85% do total transacionado em todas as bolsas de valores brasileiras.

Utiliza-se como metodologia de cálculo do Ibovespa a média ponderada dos ativos cujo a carteira é composta pelas ações que tiveram, nos últimos doze meses, o maior índice de negociação. O critério de seleção é com base na negociabilidade das ações no mercado à vista dos pregões paulista, selecionando, para a composição do índice, aquelas que representam uma negociabilidade mínima de 80% (ações do índice alcançaram 80% de



participação acumulada em termos de número de negócios e volume financeiro nos 12 meses anteriores. Tiveram presença em pelo menos 80% das sessões de pregão), com predominância de ações preferenciais. Feito isso, monta-se uma nova carteira, atribuindo-se a cada ação um novo peso, segundo a distribuição de mercado, apurada pelo estudo de reavaliação de mercado.

As empresas que compõem o índice, aproximadamente de 70 a 100, são responsáveis, em média, por quase 70% do somatório da capitalização bursátil de todas as empresas negociadas. Para que a representatividade do índice se mantenha ao longo do tempo, quadrimestralmente é realizada uma nova avaliação do mercado sempre com base nos 12 meses anteriores, para identificar as alterações na participação relativa de cada ação. Feito isso, monta-se uma nova carteira, atribuindo-se a cada papel um novo peso, segundo a distribuição de mercado, apurada pelo estudo de reavaliação.

O Ibovespa é negociado no mercado futuro pela BM&F, na forma inteira e fracionária o que facilita a negociação deste por pequenos investidores, já que o aporte financeiro favorece a isto e portanto ele vem se tornando num dos contratos mais negociados em futuro.

Outro índice de mercado acionário brasileiro é o Índice de Rentabilidade do Sistema de Negociação Nacional (ISENN). O sistema de Negociação Nacional (Senn), inaugurado em 16-9-91, é um sistema computadorizado que interliga *on-line* as bolsas brasileiras sob um grande pregão de ações. Para medir o comportamento desse mercado, nasceu o Isenn, o índice de rentabilidade do Senn.

O FGV – 100 é realizado pela Fundação Getúlio Vargas e engloba as 100 maiores empresas privadas e não financeiras segundo os seguintes critérios: patrimônio líquido, lucro líquido, receita operacional líquida, imobilizado, capital realizado, rentabilidade total do ativo, liquidez contábil, endividamento,

distribuição de lucro e participação no número de pregões, de negócios e volume.

A ponderação ocorre pelo patrimônio líquido do balanço. A composição e a estrutura de ponderação da carteira teórica são revistas e atualizadas anualmente. As ações escolhidas não podem compor mais de que 10% da carteira. Por englobar apenas empresas não financeiras de capital privado, esse índice representa um importante instrumento de acompanhamento de ações consideradas de segunda linha pelo mercado.

O Índice Brasil para Liquidação (IBX) é um índice de preços que mede o retorno de uma carteira teórica composta por 100 ações selecionadas entre as mais negociadas na Bovespa, em termos de número de negócios e volume financeiro, ponderadas no índice pelo seu respectivo número de ações disponíveis à negociação no mercado.

A carteira teórica do índice tem vigência de quatro meses, vigorando nos períodos de janeiro a abril, maio a agosto e setembro a dezembro. Após cada período a carteira é reavaliada, incluindo ou excluindo as ações de acordo com critérios pré-estabelecidos, sendo que os critérios para inclusão de ações no índice são estar entre as 100 melhores classificadas quanto a seu índice de negociabilidade e a exigência de que a ação tenha sido negociada em pelo menos 70% dos pregões ocorridos nos 12 meses anteriores à formação da carteira do índice.

No Brasil vem se desenvolvendo o cálculo de índices setoriais, no qual se destaca o Índice de Energia Elétrica (IEE), que foi o primeiro índice setorial criado pelo mercado nacional, sendo composto pelas empresas mais representativas do setor elétrico nacional.

A carteira foi estruturada em 29-12-94 e segue as seguintes características: as ações que compõem a carteira registrarem presença em pelo menos 80% dos pregões e em 80% desses pregões foram registrados pelo menos

dois negócios. Não foi utilizada a variável liquidez como fator de ponderação, pois segundo a Bolsa restringiria a abrangência do índice. A divulgação é feita somente quando da abertura de 60% dos papéis da carteira.

Todas as empresas que compõem o índice têm pesos aproximadamente equivalentes. O valor de participação dependerá das quantidades existentes e de sua importância, à utilização de somente um tipo de ação como representante no índice.

A carteira teórica terá vigência de quatro meses, vigorando nos períodos de: janeiro a abril, maio a agosto e setembro a dezembro. Ao final de cada período, a carteira teórica será recalculada. Uma empresa será excluída da carteira quando a sua presença for inferior a 70% dos pregões no período base para a reavaliação.

O Índice Setorial de Telecomunicações (ITEL) é o segundo índice setorial criado pela Bovespa. Sua metodologia de cálculo é baseada na ponderação por *free float* (quantidade de ações em circulação) e as ações escolhidas para compor a carteira, que é revista a cada quatro meses, não podem ter participação maior do que 20%.

A incidência de índices acionários é fato constante o que vem demonstrando a importância dos índices para a economia. Vale ressaltar que índices voltados para commodities são mais raros e basicamente se destaca o *Commodity Research Bureau* (CRB Spot Index), que passou a ser negociado no mercado futuro.

Esse índice foi compreendido originalmente de 28 produtos, 26 deles eram negociados nas bolsas dos Estados Unidos e 2 no Canadá e vem sofrendo constantes adaptações. O índice dos futuros de CRB foi projetado originalmente para fornecer a representação dinâmica de tendências em preços dos produtos totais.

A fim de assegurar-se que continuasse a cumprir esse papel, seus componentes e fórmula foram ajustados periodicamente para refletir mudanças à estrutura do mercado e à atividade.

Na última revisão do cálculo em 1995, houve um ajuste contínuo dos componentes individuais usados em calcular o índice que, de 28 produtos, passaram a ser 17. Todas essas mudanças foram parte do esforço continuado do departamento da pesquisa do produto para manter o índice corrente dos futuros de CRB e assegurar de que seu valor forneça a representação exata de tendências de preço do produto.

O CRB utiliza dados de 17 mercados que são gado e porco vivo, milho, soja, trigo das bolsas de Chicago, cacau, café, algodão, óleo de amendoim, suco de laranja e açúcar nº 11 da bolsa de Nova York e os metais cobre, prata, platina e ouro, além de petróleo e gás natural.

O índice dos futuros de Reuters-CRB é um índice tridimensional, pois além de calcular a média de preços através de 17 commodities (duas dimensões), o índice incorpora também uma média dos preços através do tempo, em cada produto. A metodologia do CRB futuro emprega um processo em três fases.

A primeira fase consiste em calcular a média aritmética para cada um dos ativos que compõem o índice. Usando os preços para todos os meses designados do contrato em que expire ou antes do fim do sexto mês de calendário da data atual, porém nenhum contrato será incluído no cálculo quando na entrega e haverá um mínimo de dois meses do contrato para cada produto.

Após o cálculo das dezessete médias de cada contrato, é calculada a média geométrica multiplicando todos os números da média aritmética de forma conjunta e fazendo o resultado da raiz quadrada, formando uma média geométrica dos preços.

A média resultante é dividida por 30,7766, valor este referente às médias de preço dos dezessete ativos desde o ano de 1967. Esse resultado é multiplicado então por um fator de ajuste do 8486, este fator de ajuste é necessário devido as nove revisões ao índice desde sua criação e para a formação final do índice. Esse resultado é multiplicado por 100 a fim converter o índice em termos da porcentagem.

A utilização do CRB é bastante difundida no mercado econômico e financeiro, principalmente nos Estados Unidos. Autores como Garner (1995) e Furlong & Ingênito (1996) utilizaram o movimento do CRB para explicar a variação das taxas de inflação nos Estados Unidos. Gray & Kim (1987) analisaram vinte e nove anos de história do CRB, procurando encontrar similaridade entre o comportamento deste índice e o comportamento do mercado acionário. Encontrou diversas situações de retorno no qual ambos são semelhantes no resultado.

Nesta mesma linha de trabalho Ghosh (1993) utilizou o CRB com o índice S&P 500. Erhardt & Tucker (1990) demonstram, em seu trabalho, o desenvolvimento na precificação do CRB, para retornos mais favoráveis quando este é utilizado como um ativo de investimento. Em Bank of England (1999), o CRB é utilizado para mensuração do poder de compra de algumas moedas internacionais em comparação com as commodities. Lee et al. (1985), utilizaram o CRB Index para análise de risco e retorno em carteiras de investimentos composta por commodities e ações.

Globalmente, o CRB é o padrão aceito por medir os níveis de futuros de commodities. É o índice mais amplamente seguido pela imprensa financeira ao redor do mundo e é sempre achado em algum lugar no término de citação de quase todo comerciante. O CRB foi reconhecido por muitos anos como o barômetro principal de preços de commodities.

Portanto com o desenvolvimento dos mercados futuros de commodities brasileiros, negociados na BM&F, surge a possibilidade de se criar um índice que venha balizar e acompanhar as tendências do setor agropecuário brasileiro, fazendo com que haja a possibilidade de se atrair novos investidores e possibilitar um maior desenvolvimento deste mercado com a implementação deste índice em negociação a futuro, pois, cria-se a possibilidade de se empregar a administração ativa e dependendo de suas configurações, inter-relações e desenvolvimento pode propiciar a possibilidade de hedge para determinadas commodities que apresentam baixa liquidez

Como visto, a avaliação do desempenho de um investimento em um ativo ou em uma carteira é de suma importância no mercado financeiro à medida em que propicia aos investidores informações da combinação risco e retorno. Uma forma de avaliar é fazer o Benchmark do investimento utilizando algum índice de mercado.

No Brasil é sensível a falta de um índice agropecuário que venha a ser utilizado para comparações em investimentos feitos com ativos agropecuários, não somente em contratos futuros e ou de opções, mas em todos os ativos relacionados ao agronegócio.

Em Philipreydon et al. (2004), analisando o investimento no ativo terra fizeram o benchmarking utilizando o Ibovespa, o mesmo que ocorreu em Mattos (2000) para uma carteira com ações e contratos futuros agropecuários e em Araújo et al. (2004) utilizando ações de empresas relacionadas ao agronegócio, usaram o Ibovespa para definir o retorno do mercado.

Com isto a utilização de índices relacionados a commodities é extremamente importante para o desenvolvimento destes mercados em bolsa de futuros e no Brasil não é diferente, fato este comprovado pelo elevado número de contratos negociados na BM&F do Ibovespa Futuro.

## **2.8 Desenvolvimento do índice futuro agropecuário**

O desenvolvimento e o crescimento do mercado derivativo agropecuário no Brasil é importante para a economia do país como um todo. Apesar de existir a várias décadas, o mercado derivativo vem apresentando nesta década atual uma maior robustez e ganhando cada vez mais liquidez, fato este comprovado pelo aumento do número de contratos negociados e o aumento da gama de agentes que vêm utilizando o mercado derivativo, o que vem demonstrar uma maior profissionalização do setor rural brasileiro na busca de outras possibilidades de financiamento e diminuição de riscos da atividade.

Torna-se importante, pois, o desenvolvimento de um contrato futuro para o índice agropecuário, que trará varias vantagens, entre elas, uma maior diversificação das possibilidades de investimento no setor agropecuário. Esse índice poderia funcionar como uma ferramenta de hedge para os contratos agropecuários de baixa liquidez, pois o índice está diretamente ligado a esses contratos, funcionaria como fator de comparação para análise de riscos e retornos em ativos da agropecuária, mas também como uma ferramenta de mensuração da atividade agrícola brasileira.

A criação e a operacionalização do contrato do índice agropecuário deve ser encarado como uma possibilidade de se incrementar ainda mais o setor agropecuário da BM&F, em vista da sua menor importância frente aos contratos financeiros negociados nesta bolsa.

Conforme Stein (1986), as bolsas de futuros podem ser entendidas como produtores de contratos futuros que tentam maximizar o volume de contratos negociados pelos seus membros, que vão desde corretoras de varejo até grandes negociadores no mercado e o aperfeiçoamento contínuo dos seus produtos torna-se uma realidade frente a um ambiente de competição entre bolsas.

Porém, conforme Silber (1981) a criação de novos contratos não é uma atividade simples e nem garante êxito. Para Martits (1998), o sucesso de um contrato negociado na bolsa depende de vários fatores atuando em conjunto e não a existência de um ou outro fator positivo.

Reforçando esta característica apresentada, Working (1953), sugere quatro condições fundamentais para a sobrevivência e prosperidade de um contrato futuro:

1) os termos do contrato e os encargos cobrados devem ser tais que atraiam um número apreciável de operações de compra e venda;

2) deve existir a possibilidade de atração de especuladores em grau suficiente à existência de um mercado fluido;

3) negociadores da commodity devem ter razões para utilização do contrato futuro como substituto temporário para os contratos que irão formalizar mais tarde, no curso de suas atividades;

4) deve existir um adequado reconhecimento público quanto à utilidade econômica dos mercados futuros.

Segundo Lazzarini (1997), o sucesso de um contrato depende da viabilidade de vários fatores: a possibilidade de sua estocagem, o grau de homogeneidade, a facilidade de mensuração das suas características, a variabilidade dos preços e o tamanho no mercado físico, ausência de poder de monopólios, os custos operacionais e de entrega dos produtos físicos, a presença de negociações a termo, os efeitos do ambiente macro institucional e as preferências endógenas dos participantes do mercado.

Analisando estes fatores propostos por Lazzarini (1997), o contrato futuro do índice agrícola não apresentaria problemas quanto à estocagem e à homogeneidade, como também a facilidade de mensuração, visto que ele seria um contrato cujo objeto não é a commodity física e sim pontos de um índice.



Um fator de extrema importância para o êxito de um contrato é a variabilidade de preços no mercado físico, pois ela propicia que os hedgers utilizem o contrato para proteção do risco de preço e os especuladores busquem ganhos exatamente nesta variação.

O contrato do índice agropecuário se encaixa perfeitamente neste fator, pois é embasado em ativos diferentes com características peculiares na formação do preço, podendo trazer elevada variabilidade na sua cotação.

Outro fator mencionado é o tamanho do mercado e ausência de monopólio. Quanto maior o mercado maior é o número de agentes interessados na utilização do contrato, criando a tendência de reduzir os riscos de manipulação e custos associados.

Sendo assim, o contrato do índice agrícola de acordo com este fator apresenta características satisfatórias para o seu sucesso, pois o seu escopo propicia esta magnitude de mercado, inibindo a atuação de monopólios no contexto total das commodities compostas no índice.

Em relação aos custos associados à entrega física e à existência de um mercado a termo, que venha concorrer com o mercado futuro, este fator não existe para o índice, pois, não ocorre entrega física e não há um mercado a termo que propicie concorrência para o índice.

Importante ressaltar o fator ambiente institucional para o índice, pois questões ligadas a políticas governamentais não atingem de forma igual todas as atividades agropecuárias exploradas, o que traz a vantagem para o uso do índice, pois mesmo que haja uma interferência governamental em uma determinada atividade agrícola, esta será arrefecida no contexto geral pela participação das outras commodities.

Outro fator que pode influenciar é o grau de regulamentação governamental sobre os contratos, mas em vista da atual conjuntura legal

brasileira, isto não se torna um fator impeditivo para o desenvolvimento do contrato do índice agrícola.

O fator preferência individual é muitas vezes o fator limitante para o desenvolvimento de um contrato e, em vista das características do investidor brasileiro e, principalmente, pelas questões culturais dos agentes que poderiam estar utilizando o mercado derivativo para fazer o hedge de preço, esta característica pode ser a barreira principal para o desenvolvimento do contrato futuro do índice agrícola.

Esta barreira, porém, pode ser trabalhada, com uma massiva campanha de marketing, disseminação de informações e, principalmente, pela otimização da padronização do contrato relacionado ao índice agrícola. Para Black (1986) são importantes características para um contrato futuro, a atratividade de hedgers, especuladores e arbitradores e que o contrato não tenha mínimas condições de manipulação.

O desenvolvimento de novos contratos e o efetivo sucesso depende da capacidade que este contrato tem em atrair agentes na sua utilização, seja para hedge ou investimento, e fatores como cultura dos agentes, desenho do contrato, disseminação de informações e atuação da bolsa podem ajudar na alavancagem do volume negociado do contrato.

### 3 METODOLOGIA

A pesquisa para Oliveira (1997), tem por finalidade conhecer e explicar fenômenos que ocorrem nas suas mais diferentes manifestações e a maneira como se processam os seus aspectos estruturais e funcionais. Existem diferentes tipos de pesquisa e a sua classificação vai depender das necessidades e possibilidades.

Vergara (1997) estabelece dois critérios para classificação da pesquisa. O primeiro se baseia nos objetivos fins da pesquisa, podendo ser exploratória, descritiva, explicativa, metodológica, aplicada e intervencionista. O segundo é através dos meios, podendo ser pesquisa de campo, de laboratório, telematizada, documental, bibliográfica, experimental, *ex-post-facto*, participante, pesquisa-ação e estudo de caso.

A pesquisa descritiva desenvolve processos, procurando abranger a correlação entre variáveis, permitindo controlar de forma simultânea, um grande número de variáveis e por meio de técnicas estatísticas de correlação, especifica o grau pelo qual diferentes variáveis encontram-se relacionadas, dando ao pesquisador uma visão abrangente do modo como as variáveis estão ocorrendo (Oliveira, 1997).

Segundo o mesmo autor, o método quantitativo é muito utilizado no desenvolvimento de pesquisas descritivas e esta procura quantificar dados em forma de coleta de informação, assim como o emprego de recursos e técnicas estatísticas.

De uma maneira geral Gil (1996) e Vergara (1997) afirmam que a investigação *ex-post-facto* não propicia ao pesquisador manipular ou controlar as variáveis utilizadas, pois suas manifestações já ocorreram ou porque não são controláveis. Sendo assim os resultados alcançados já foram conseguidos anteriormente.

Esta pesquisa pode ser classificada, conforme Vergara (1997) como sendo explicativa, pois pressupõe, como base de sua análise, a investigação descritiva, na qual irá demonstrar as correlações entre variáveis e definir sua natureza. Serão utilizados dados de fatos já acontecidos caracterizando-se como sendo *ex-post-facto* e será utilizada análise econométrica de forma quantitativa.

### **3.1 Índice de mercado**

Os índices no mercado financeiro são utilizados para determinar o desempenho do mercado, embora reflitam apenas imperfeitamente o conjunto da economia. É desejável que esses índices apresentem uma adaptação rápida à realidade do mercado, podendo igualmente representar unicamente uma fração da realidade.

No Brasil, o volume de negociações com o Ibovespa futuro reflete a importância da existência de índices que demonstrem totalmente ou parcialmente um mercado. Quando avaliado o mercado futuro de commodities agrícola, observa-se a inexistência destes índices que auxiliam agentes e instituições na tomada de decisão e gestão de risco.

Nesse sentido, esta parte do trabalho será dedicada à apresentação de metodologias aqui utilizadas para criação de índices que possam ser utilizados como sinalizadores para os mercados físico e futuro das commodities agropecuárias brasileiras, que terão diferenças na sua composição e na estatística utilizada.

É importante salientar que a criação de índices com base em séries temporais de mercado futuro, foi primeiramente vislumbrada, no entanto, a existência de contratos, com baixa liquidez do número de negócios de alguns destes ativos agropecuários, tornaram-se um obstáculo à sua implementação.

Dado o conhecimento da relação do comportamento entre os mercados físicos e futuros, nada impede que índices criados a partir de séries de preços físicos sejam utilizados como ferramenta de investimento e decisão no mercado futuro.

A primeira etapa, para criar os índices, foi definir sua composição. Ficando definido, trabalhar-se com sete commodities negociadas na BM&F: boi gordo, café arábica, milho, soja, algodão, álcool e açúcar. Não se trabalhou com as commodities bezerro e café conilon por considerar que essas já estão representadas pelo mercado de boi gordo e café arábica.

Devido a características de exportação dessas commodities, optou-se também por fazer uma variante desses índices, levando-se em consideração a taxa de câmbio, uma vez que ela está relacionada à formação de preços.

De acordo com os diferentes índices propostos, a representatividade, será analisada, através do coeficiente de determinação de cada índice a cada commodity.

O índice CRB Index será utilizado para fins de avaliação de legitimidade dos índices construídos.

### **3.1.1 Amostras utilizadas**

Para Lakatos & Marconi (1991) toda pesquisa implica o levantamento de dados de variadas fontes, quaisquer que sejam os métodos ou técnicas empregadas.

#### **3.1.1.1 Construção do índice**

Os dados utilizados para construção dos índices foram séries temporais tomadas no mercado físico e compreendem o período de 03/09/2001 a

30/12/2004, totalizando 831 observações. Não houve nenhum motivo particular para o período que compreende a amostra, somente no que se refere à disponibilidade das séries. O período limitante se deve à necessidade de corte dos dados para a operacionalização da pesquisa

Os critérios de seleção para escolha da amostra tiveram como objetivo permitir, em primeiro lugar, criarem-se índices (ponderados e não ponderados) que fossem representativos ao mercado. As séries utilizadas foram de cotações diárias de fechamento para a taxa de câmbio e para as commodities de café, boi, soja, milho, algodão, álcool e açúcar. Todos os dados são referentes ao mercado spot, coletados junto ao banco de dados do CEPEA (Centro avançado de estudos aplicados em economia aplicada) e na FGV DADOS, no caso o câmbio.

A Figura 1 ilustra o comportamento das séries de preços físicos das commodities açúcar, milho, soja, café, boi, algodão e álcool, respectivamente.

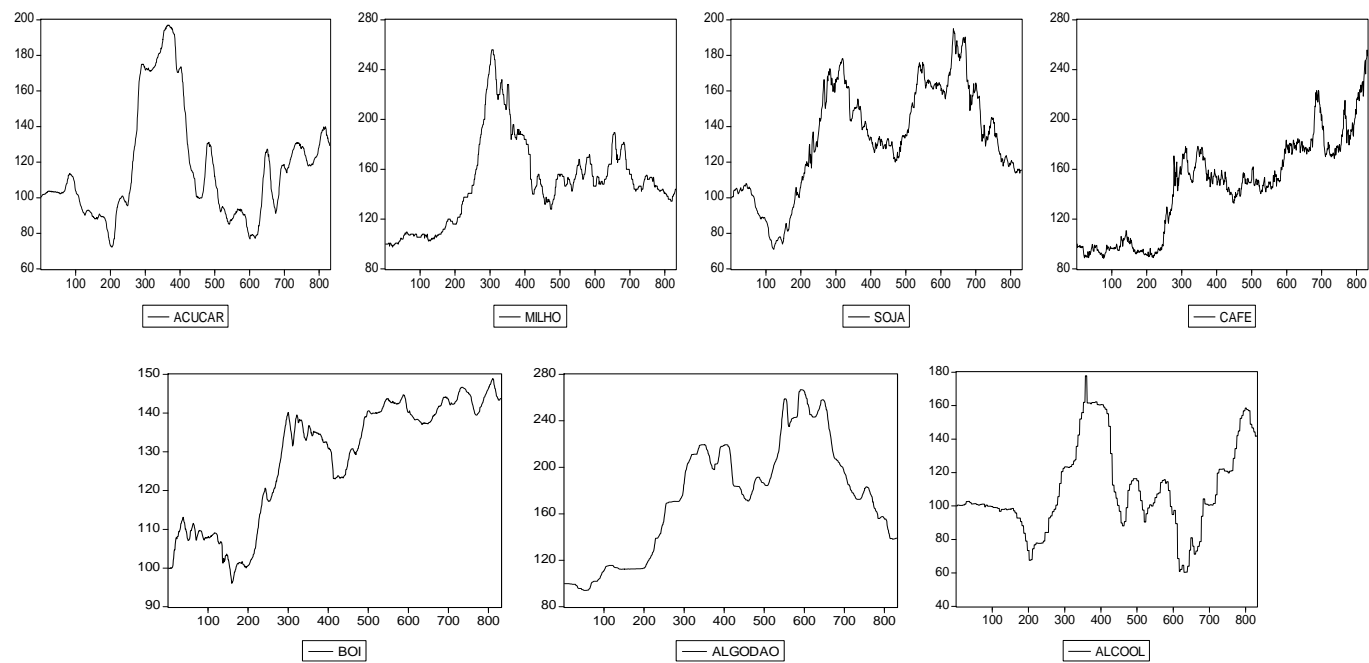


FIGURA 1. Séries de preços das commodities usadas para a construção dos índices compreendido o período de 03/09/2001 a 30/12/2004, onde as ordenadas representa o valor financeiro por unidade da commodity e a abscissa o tempo.

Fonte: CEPEA (2005).

As ponderações dos índices foram realizadas em função do volume de exportação das commodities, devido a sua importância atual na composição do produto interno bruto e também por ser um meio de comunicação com o mercado internacional e pela liquidez dos contratos negociados na BM&F, que representa o interesse e a importância de cada contrato no mercado no período de 2001 a 2004.

Para exportação os dados utilizados foram coletados junto ao MAPA e os dados referentes ao volume de contrato negociado foi coletado junto a BM&F, de onde se extraíram as ponderações conforme Tabela 1.

A Tabela 1 refere-se às ponderações referentes à liquidez de cada commodity trabalhada com o total de contratos negociados no mercado futuro e de opções para os anos de 2001 a 2004. A ponderação referente ao câmbio corresponde ao número de contratos futuros e de opções frente ao total de contratos financeiros comercializados na BM&F em cada ano.

TABELA 1 – Ponderação (%) da commodity dado o volume total de contratos agropecuários e financeiros para o câmbio negociado na BM&F.

<b>Ano</b>	<b>Açúcar</b>	<b>Álcool</b>	<b>Algodão</b>	<b>Boi</b>	<b>Café</b>	<b>Soja</b>	<b>Milho</b>	<b>US\$</b>
<b>2001</b>	12,54	9,02	0,01	12,50	65,31	0,01	0,61	20,61
<b>2002</b>	6,30	8,20	0,01	19,95	63,06	0,08	2,17	17,36
<b>2003</b>	5,17	6,31	0,02	14,68	66,43	0,37	5,64	16,50
<b>2004</b>	4,63	3,87	0,01	21,50	64,21	0,69	5,01	15,35

Fonte: BM&F (Dados trabalhados pelo autor).

Em relação às commodities, nota-se claramente a importância que o contrato de café possui na BM&F em relação aos outros contratos agrícolas, onde em todos os anos analisados ele possuiu um peso superior ao somatório de todas as outras commodities. Os índices construídos com essa ponderação terão



uma influência demasiadamente mensurada pelas variações dos preços do café principalmente e também do boi. Destaca-se, de maneira negativa, o peso que o contrato de algodão e soja possuiu, trazendo insignificância na sua participação na ponderação dos índices.

A Tabela 2 refere às ponderações referentes à importância de cada commodity trabalhada com o total financeiro das exportações brasileiras de commodities agrícolas para os anos de 2001 a 2004.

TABELA 2 – Ponderação (%) da commodity dado o volume financeiro das exportações brasileiras de commodities agrícolas.

<b>Ano</b>	<b>Açúcar</b>	<b>Álcool</b>	<b>Algodão</b>	<b>Boi</b>	<b>Café</b>	<b>Soja</b>	<b>Milho</b>	<b>Outros</b>
<b>2001</b>	10,82	0,44	0,73	4,75	6,61	25,14	2,36	49,15
<b>2002</b>	9,46	0,76	0,42	4,91	6,15	27,14	1,21	49,94
<b>2003</b>	7,84	0,58	0,69	5,53	5,56	29,78	1,37	48,65
<b>2004</b>	7,52	1,42	1,16	7,00	5,77	28,63	1,70	46,80

Fonte: MAPA (Dados trabalhados pelo autor).

Em relação às commodities exportadas, a soja passa a ser a commodity de maior peso em todos os anos analisados, seguido pelo açúcar, boi gordo e café no ano de 2004. Novamente destaca-se, negativamente, a commodity algodão, com baixa participação da sua importância na ponderação para a formação do índice. Nesta forma os índices construídos com essas ponderações baseadas na exportação terão uma concentração mais distribuída entre as commodities.

### **3.1.1.2 Análise comparativa**

No sentido de avaliar a eficiência dos índices propostos, efetivou-se uma análise comparativa entre os mesmos e as séries de preços das commodities nos mercados físicos e futuros no Brasil e, também, trabalhou-se com o tradicional índice CRB americano.

Para realizar a análise comparativa entre os índices criados e o mercado spot, foram utilizadas as mesmas séries de preços das commodities no mercado físico.

Utilizou-se os preços futuros para análise de desempenho dos índices construídos a partir dos preços do mercado físico. Assim, poderia ser analisada a eficiência em se negociar esses índices no mercado futuro. O período utilizado para estimação dos coeficientes de determinação estão compreendidos no período de 08/11/2002 a 30/03/2004. A escolha dos dados foi limitada pela série de preços da commodity soja que deixou de ser negociada em março de 2005 e voltando a ser negociada somente em agosto de 2005. A montagem da série seguiu o critério do contrato mais líquido, assim, considerava-se o contrato mais próximo do vencimento para sua montagem.

A Figura 2, ilustra o comportamento das séries de preços futuros das commodities açúcar, milho, soja, café, boi, algodão e álcool, respectivamente.

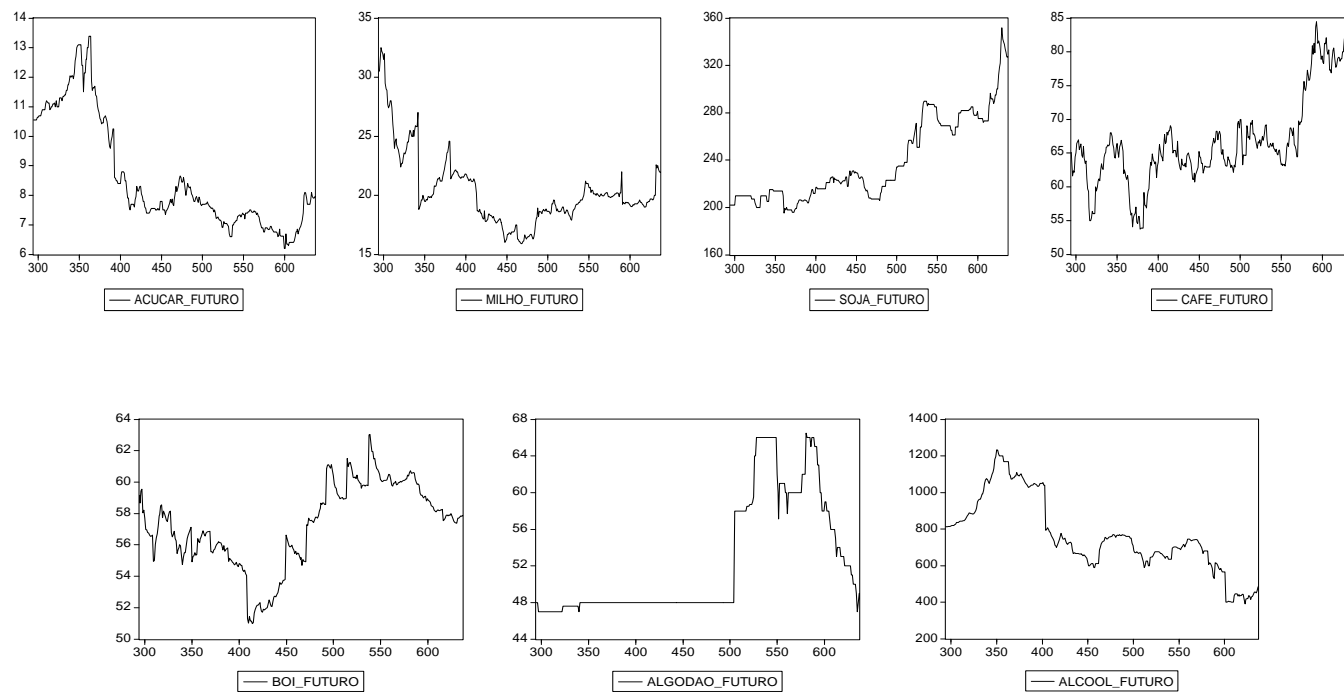


FIGURA 2. Séries de preços das commodities usadas para a construção dos índices compreendido o período de 08/11/2002 a 30/03/2004, onde as ordenadas representa o valor financeiro por unidade da commodity e a abscissa o tempo.

Fonte: BM&F (2005).

Para as análises comparativas com o índice CRB foram coletadas séries das cotações de fechamento das commodities, compreendendo o período de 02/08/2004 a 31/08/2005, condicionado à disponibilidade de acesso, totalizando 274 observações para as séries:

- açúcar, café, algodão e o crb, coletadas junto a NYBOT (New York Board of Trade);
- boi, coletada na CME (Chicago Mercantile Exchange);
- soja e milho, coletadas na CBOT (Chicago Board of Trade).

A Figura 3 ilustra o comportamento das séries de preços futuros das commodities açúcar, milho, soja, café, boi, algodão e CRB, respectivamente.

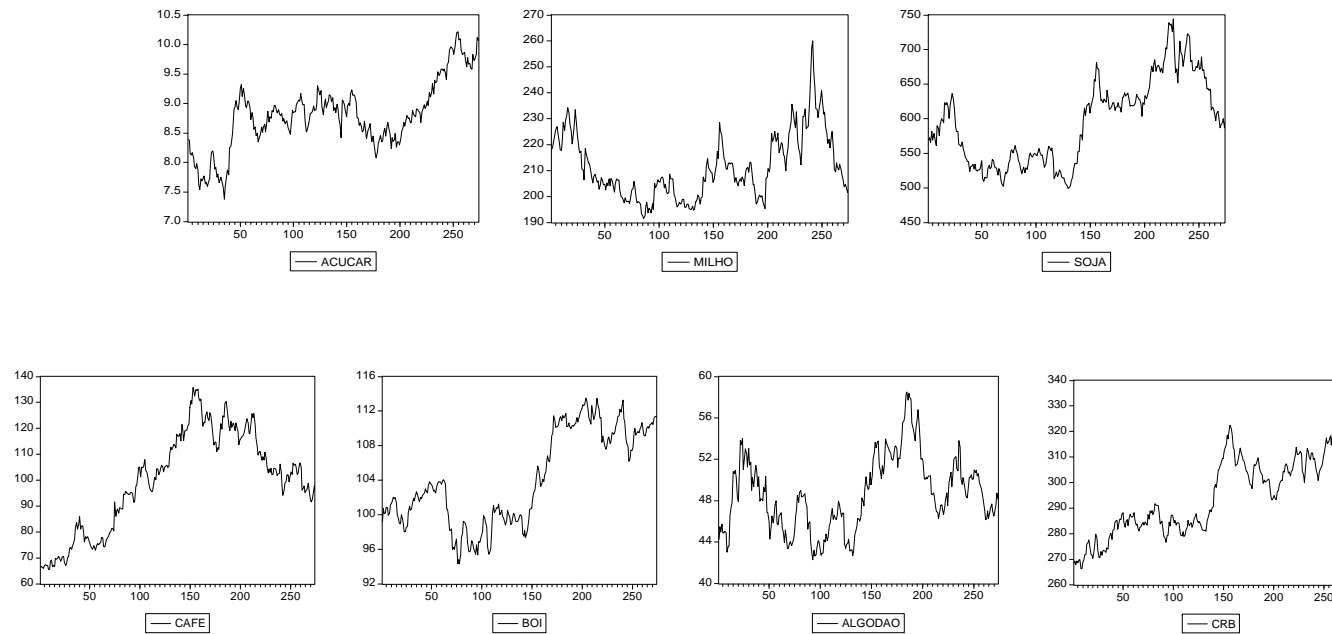


FIGURA 3. Séries de preços futuros americanos das commodities que compõem oCRB e por último a série das cotações do índice CRB, compreendido o período de 02/08/2004 a 31/08/2005, onde as ordenadas representa o valor financeiro por unidade da commodity e a abscissa o tempo.

Fonte: NYBOT (2005), CBOT (2005), CME (2005).

### 3.1.2 Número índice

A estruturação teórica para a realização deste trabalho está baseada nos conceitos e princípios da teoria de números índice e de regressão. Para maiores detalhes, consultar leituras complementares, referenciadas em autores como Johnson (1960), Kmenta (1990), Hoffmann (1991), Triola (1998), Gujarati (2000), Anderson et al. (2002), Stock & Watson (2004)

#### 3.1.2.1 Preço relativo

Para contornar possíveis problemas com as diferentes unidades de negociação características de cada commodity foi efetuada a transformação dos preços das commodities agrícolas em preços relativos  $I_R$ , representada pela seguinte equação:

$$I_R = (p_{t+1} / p_t) * p_0 \quad (1)$$

onde  $p_0$  o preço no ano base que recebe o valor 100,  $p_{t+1}$  é o preço no tempo t+1 e  $p_t$  o preço no tempo t.

#### 3.1.2.2 Índice Simples

Este índice busca através do tempo trabalhar com as commodities na sua totalidade, mantendo a base constante, e com os valores de ponderação igual para todas as variáveis que o compõe.

$$I_s = (\sum pij / \sum pio) * 100 \quad (2)$$

onde  $p_{ij}$  o preço da commodity no tempo e  $p_{i0}$  é o preço da commodity na base.

### 3.1.2.3 Índice de Laspeyres

Este índice compara através do tempo os valores de uma carteira fixa. São as quantidades que ponderam os preços a uma data, é fixa e não apresenta mais variabilidade na sua base. Os anos seguintes, por conseguinte, são comparados com essa data básica. Certos índices, contudo, são comparados com uma média de vários anos. A fórmula geral do índice é a seguinte:

$$I_L = \left( \frac{\sum q_0 p_1}{\sum q_0 p_0} \right) * 100 \quad (3)$$

Onde  $p_1$ , denota o preço de fechamento do contrato das commodities retidas ao momento I e  $q_0$ , a ponderação utilizada no cálculo para o ano base.

No presente trabalho utilizaram-se duas ponderações, uma baseada no volume negociado de contratos na BM&F e a outra, no volume financeiro das exportações de cada commodity.

Assim, para ponderação com base no volume de contratos, temos que,

$$q_0 = \left( VCN_{ij} * 100 \right) / \sum_i^n VCN_{ij} \quad (4)$$

onde  $VCN_{ij}$  é o volume da commodity i no ano j e  $\sum_i^n VCN_{ij}$  é o somatório do volume negociado das sete commodities em estudo no ano j, ou seja, o volume total de contratos agropecuários referente às commodities analisadas negociadas

na BM&F para cada ano. Quando utilizada a variante câmbio, ponderou-se o volume negociado do câmbio em função do volume total de contratos negociados de ativos financeiros na BM&F.

Para a ponderação através do volume financeiro de cada commodity, tem-se que,

$$q_0 = (VF_{ij} * 100) / \sum_i^n VF_{ij} \quad (5)$$

onde  $VF_{ij}$  é o volume financeiro nas exportações brasileiras da commodity  $i$  no ano  $j$  e  $\sum_i^n VF_{ij}$  é o somatório do volume financeiro das sete commodities em estudo no ano  $j$ .

A transmissibilidade e a rapidez são as principais qualidades deste índice. Contudo várias desvantagens existem. A principal relaciona-se ao fato de que este índice é baseado numa ponderação pelas quantidades fixas, tornando-se viesado quando há operações sobre o capital. Desta forma, o número de contratos difere-se entre o índice básico e o índice atual. Os contratos que sofreram mudanças, por consequência, são prejudicados em relação aos contratos que não sofreram nenhuma mudança e que, são avaliados ao seu justo peso.

#### **3.1.2.4 Índice de Paasche**

Este índice difere do índice de Laspeyres unicamente pelo período de referência que não é mais ao tempo 0, mas ao tempo I. Os preços são ponderados pelas quantidades no momento do cálculo. Este índice é descrito como:



$$I_p = \left( \frac{\sum q_1 p_1}{\sum q_1 p_0} \right) * 100 \quad (6)$$

A mesma metodologia de ponderação do índice Laspeyres foi utilizada para o índice de Paasche, com a diferença de que para este, o ano base não é fixo.

A transmissibilidade é uma vantagem deste índice bem como a modificação contínua do sistema de ponderação que permite que as ponderações se adaptem bem às situações ao tempo t, em que o cálculo é feito. Contudo, na prática, o índice de Laspeyres é mais utilizado porque os gestores não têm que calcular novamente os coeficientes cada vez que há um estudo.

### 3.1.2.5 Índice de Fisher

Esse índice consiste na média geométrica dos índices de Paasche e o de Laspeyres e fórmula correspondente é:

$$I_F = \sqrt{I_L I_p} = \sqrt{\frac{\sum p_1 q_0}{\sum p_0 q_0} * \frac{\sum p_1 q_1}{\sum p_0 q_1}} \quad (7)$$

O método de Fisher é mais eficaz, pois reduz a superestimação do índice de Laspeyres e a subestimação do índice de Paasche.

### 3.1.3 Características desejáveis a um índice.

Certas características são essenciais à formação de um índice para este servir de referência e podem ser citadas pelas seis seguintes:

1. Não ambíguo: Índice não ambíguo é um índice transparente no que diz respeito a sua formação. Por transparência, queremos dizer que os nomes das commodities que formam o índice são conhecidos e os pesos de cada um no índice são conhecidos igualmente. Conhecendo efetivamente esses dados, facilita um gestor replicar o índice.

2. Investibilidade: É essencial que um gestor que replica um índice possa comprar os contratos que o formam. Para esse efeito, é necessário que os contratos que formam este índice sejam líquidos a fim de uma volatilidade muito forte dos preços de acordo com a oferta e a demanda.

3. Mensurável: Para um gestor que investe de maneira passiva replicando um índice, é igualmente muito importante que os rendimentos destes sejam calculados sobre uma frequência regular.

4. Satisfatório: Esta característica define a importância para um gestor de ter um índice que convenha ao seu estilo de investimento.

5. Procurado: O índice de referência deve ser formado de *commodities* sobre as quais o gestor pode ter uma opinião.

6. Conhecido de antemão: Para um gestor, é importante saber o período de início da avaliação em relação ao desempenho em que o índice será avaliado. Ele poderá então, de modo diário, fazer sua própria avaliação.

### **3.1.4 Regressão**

Utilizou-se o modelo de regressão a fim de se obter o coeficiente de determinação ( $R^2$ ) entre os índices e as commodities. Essa estatística demonstra a representatividade dos índices dada uma commodity individualmente. Não foram utilizadas outras medidas de ajuste por não considerar necessário uma vez que o número de parâmetros foi fixo e o método de regressão utilizado foi o simples.

Seguindo essa lógica analisou-se também o desempenho ( $R^2$ ) do índice CRB em relação às commodities correspondentes às utilizadas no índice aqui proposto, como um benchmark. Vale ressaltar que o CBR não é composto somente por commodities agrícolas e, sim, por agropecuárias, metálicas e energéticas.

O modelo de regressão linear simples (MRLS), apresentado por Charnet et al (1999), descreve a relação entre as duas variáveis envolvidas no estudo e pode ser assim sumarizado:

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 x_i + \varepsilon_i, \quad (8)$$

com  $\beta_0$ ,  $\beta_1$  e  $x_i$  constantes;  $E[\varepsilon_i] = 0$ ;  $Var[\varepsilon_i] = \sigma^2$ ;  $Cov[\varepsilon_i, \varepsilon_j] = 0$ , para  $i \neq j$  e  $i, j = 1, \dots, n$ .

Ao considerar-se o modelo de regressão linear simples (MRLS), é válida a seguinte relação:

$$\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2 = \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y})^2 + \sum_{i=1}^n (\hat{y} - \bar{y})^2 \quad (9)$$

Essa expressão indica que a variação total de  $y$  em torno de sua média  $\bar{y}$  pode ser tomada como a soma da variação de  $y$  em torno da reta de regressão com a variação das esperanças específicas de  $y$ , dado  $x$ , em torno de sua média  $\bar{y}$ .

A equação (9) prevê o fundamento para o conceito de coeficiente de determinação  $r^2$ ,  $0 \leq r^2 \leq 1$ , que é o valor da variação de  $y$  explicado pela reta de regressão, encontrado por intermédio da equação (10):

$$r^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - \bar{y})^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2} \quad (10)$$

Com o intuito de analisar a igualdade estatística dos índices, utilizou-se o teste F comparando as estimativas de ( $R^2$ ). Parte-se da hipótese que os valores de ( $R^2$ ) de dois índices diferentes são iguais estatisticamente para aceitação de  $H_0$  e  $H_1$  os valores médios são diferentes. A equação utilizada é:

$$F = \frac{s_i^2 / \sigma_i^2}{s_j^2 / \sigma_j^2} \quad (11)$$

dizemos que F segue uma distribuição  $F_{\text{snedecor}} (n_i-1; n_j-1)$  graus de liberdade, onde  $s^2$  é a variância populacional para a  $R^2$  dos índices i e j,  $\sigma^2$  a variância amostral para a  $R^2$  dos índices i e j e n o numero de observações em uma amostra dos índices i e j.

### 3.1.5 Operacionalização do índice

Conforme a amplitude e a heterogeneidade das situações que o índice se propõe a medir, poder-se-á estar sujeito a maior ou menor imprecisões, de modo que a operacionalização deve oferecer mecanismos de controle para suprir os problemas de imprecisão da diversidade, da unidade e do nível de agregação das variáveis.

Primeiramente foram coletadas e pareadas as séries, de modo que compreendessem o mesmo período, uma vez que elas apresentavam datas de inicialização distintas. Um ajuste teve que ser realizado com relação à série

temporal do álcool, uma vez que ela é disponibilizada somente com frequência semanal. Considerou-se que durante os outros dias da semana a cotação vigente seria a fornecida no mercado.

Após esse primeiro ajuste iniciou-se à construção dos índices, tomando-se os preços relativos das séries e, assim, eliminando problemas gerados por unidades de negociações distintas.

Foram construídos os índices a partir da metodologia simples, que não apresentam em sua composição nenhum valor de ponderação, seguido pela construção dos índices conforme as metodologias de Laspeyres, Paasche e Fisher, utilizando como critério de ponderação o peso nas exportações brasileiras e liquidez da commodity na BM&F.

Dado o impacto que a mudança cambial gera na comercialização e conseqüentemente na formação dos preços destas commodities, efetivou-se uma variante dos índices construídos sobre a metodologia simples e demais que levassem em consideração a liquidez. Assim, ao final do processo obtiveram-se 8 índices:

- Índice Simples sem câmbio (SSC).
- Índice Simples com câmbio (SCC).
- Índice Laspeyres com ponderação na liquidez sem câmbio (LLSC).
- Índice Laspeyres com ponderação na liquidez com câmbio (LLCC).
- Índice Laspeyres com ponderação no volume de exportação (LEXP).
- Índice Fisher com ponderação na liquidez sem câmbio (FLSC).
- Índice Fisher com ponderação na liquidez com câmbio (FLCC).
- Índice Fisher com ponderação no volume de exportação (FEXP).

Embora tenham sido utilizadas quatro metodologias de índices distintos, serão apresentadas as análises de somente três deles, o simples, o de Laspeyres e de Fisher. Isto por ser considerado:

- o índice de Laspeyres, embora não seja o que apresente um melhor desempenho, é o mais utilizado na literatura por sua facilidade de cômputo em detrimento ao de Paasche, no que diz respeito ao cálculo da base;
- o índice de Fisher é um índice que contorna a sub e superestimação dos índices de Laspeyres e Paasche;
- o índice simples é utilizado como um parâmetro ao comportamento dos outros índices, ou seja, como é o comportamento dos índices considerados mais sofisticados, considerando-se a ponderação, comparado a um índice mais simples.

Com os índices construídos, estimaram-se modelos de regressão comparando-se a representatividade de cada índice por cada commodity nos mercados físico e futuro, através do coeficiente de determinação das mesmas.

O mesmo foi feito para o índice CRB a fim de se avaliar seu desempenho diante as commodities agropecuárias negociadas no mercado futuro, que o compõem, usando-o como referência seus resultados.

Para identificar a igualdade ou não das médias dos  $R^2$  de cada índice proposto, utilizou o teste F pareado para confirmar a hipótese  $H_0$  no qual os limites críticos de aceitação é o intervalo entre 0.171 e 5.819, com grau de liberdade igual seis e o intervalo de confiança é de 5%.

Para a construção dos índices, bem como para obtenção dos coeficientes de determinação foi utilizado o aplicativo Microsoft® Excel.

### **3.2 Modelo de previsão**

Dada a importância de ferramentas que propiciam aos agentes não somente conhecer o comportamento dos preços torna-se necessário o desenvolvimento de modelos que permitam a previsão e assim possibilitar maior eficiência na gestão de risco sistemático inerentes a todos os ativos que compõem o mercado. Neste sentido, esta parte do trabalho dedica-se à construção de modelos de previsão para os índices propostos anteriormente neste trabalho. Para maiores detalhes sobre modelos de previsão, consultar Tsay (2002), Brooks (2002) e Morettin & Tolo (2004).

#### **3.2.1 Amostra utilizada**

As séries utilizadas para a construção dos modelos são derivadas da primeira sessão do trabalho, correspondendo aos oito índices propostos inicialmente, contendo cada índice, 831 observações.

Para efeito de análise, foram utilizadas do número total de observações, 801 para estimação dos modelos e deixadas as 30 observações restantes para análises fora da amostra. Esse procedimento possibilita comparações sobre a acurácia do modelo para as observações dentro e fora da amostra.

#### **3.2.2 Metodologia para o modelo de previsão**

A metodologia utilizada fundamenta-se na construção de modelos univariados que se enquadram na análise de séries temporais para a previsão dos índices construídos na sessão anterior. Há uma grande variedade de modelos aplicáveis a estudos desta natureza. Para os fins deste trabalho, optou-se por selecionar os modelos ARIMA, aplicados à média, e modelos da família ARCH,

para a variância, uma vez que este modelo é amplamente utilizado e vem apresentando bons resultados para análises de séries financeiras.

Nesta sessão do trabalho serão construídos modelos de previsão para todos os índices, cujo propósito é apresentar um modelo inicial a quem adotar o índice em sua tomada de decisão. Serão dezesseis modelos, dois para cada índice. Deve-se ao fato de ter havido a opção de reportar somente os dois melhores modelos encontrados para cada índice.

### 3.2.2.1 Teste ADF

O teste para estacionariedade aqui usado é o de Dickey-Fuller aumentado (ADF). Um processo linear auto-regressivo de ordem  $p$ ,  $AR(p)$ , pode ser escrito como:

$$A(L)y_t = \mu + \varepsilon_t \quad (12)$$

Onde  $A(L)$  é um polinômio de grau  $p$  no operador  $L$ , de *lag*:

$$A(L) = 1 - \alpha_1 L - \alpha_2 L^2 - \dots - \alpha_p L^p \quad (13)$$

O processo é estacionário se  $A(L)$  tiver todas suas raízes fora do círculo unitário; se houver raiz dentro do círculo unitário, o processo é explosivo e evidentemente não estacionário. No entanto, se houver raiz sobre o círculo, ele é não estacionário e não é explosivo. No caso do  $AR(1)$  a raiz unitária corresponde ao processo:

$$y_t = \mu + y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (14)$$



que é um "passeio aleatório" com tendência determinística  $\mu$ . O teste ADF tem como hipótese nula a presença de raiz unitária no processo  $AR(p)$ .

### 3.2.2.2 Modelo ARIMA

Os modelos ARIMA (Autorregressivo – Integrado – Média móvel), inicialmente formulados por Box & Jenkins (1976), baseiam-se na idéia de que uma série temporal não-estacionária pode ser modelada a partir de diferenciações e da inclusão de um componente autorregressivo e de uma componente média móvel. Os modelos ARIMA possuem recursos à caracterização estatística de séries temporais, esses modelos podem caracterizar, simultaneamente, num único modelo, três aspectos importantes: a autocorrelação (AR), a ordem de integração (I), e a dependência de médias móveis (MA).

Tomando-se como base os retornos dos índices propostos anteriormente, representado por:

$$r_t = \ln(P_t/P_{t-1}), \quad (15)$$

Procura-se identificar se a função que caracteriza os desvios dos retornos ( $r_t$ ) possui componentes AR, I e MA, e de que ordem. Assim, se a série calculada dos desvios ( $r_t$ ) tiver autocorrelação de ordem p, sumarizada por AR(p), ela pode ser representada por:

$$r_t = \phi_1 r_{t-1} + \phi_2 r_{t-2} + \dots + \phi_p r_{t-p} + e_t \quad (16)$$

Se na série ocorrer efeitos associados à média móvel (MA), de ordem q, representada por MA(q), isso pode ser descrito como:

$$r_t = \theta_1 E_{t-1} - \theta_2 E_{t-2} - \dots - \theta_q E_{t-q} \quad (17)$$

A situação que inclui, simultaneamente, efeitos autorregressivos e de média móvel, de ordem p e q respectivamente, resumida por ARMA(p,q) pode ser genericamente representada por:

$$r_t = \phi_1 r_{t-1} + \dots + \phi_p r_{t-p} + \theta_1 E_{t-1} - \dots - \theta_q E_{t-q} \quad (18)$$

Para todos os casos,  $e_t$  é um erro aleatório i.i.d, com esperança zero.

### 3.2.2.3 Modelo GARCH

Nos anos 80, Engle (1982), buscando estimar a variância da inflação, desenvolveu o modelo de heterocedasticidade condicional auto-regressiva (ARCH), que possibilita uma melhor caracterização de certos fenômenos empíricos relacionados à volatilidade em séries temporais de preços. A heterocedasticidade afirma a inexistência de volatilidade estacionária, ou seja, a presença de período de tempo com volatilidade elevada alterna com períodos de baixa volatilidade. Dessa forma, tratar a variância condicional das séries financeiras como evoluindo ao longo do tempo demonstra-se ser mais adequado.

Segundo Lamounier (2002), a instabilidade das variâncias das séries de tempo relacionadas aos dados financeiros constitui a regra geral. Em função disso, faz-se necessário modelos de análise e previsão que incorporem a característica de irregularidade das variâncias, tal como realizam os modelos da classe ARCH.

Em Bollerslev (1986), generaliza o trabalho de Engle, com uma família de modelos denominada *Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedascity* (GARCH), a qual inclui a família ARCH como uso particular.

Segundo Morettin & Tolo (2004), uma característica desse modelo é sua capacidade em captar a persistência de choques na volatilidade das séries de retorno e ampliação no conjunto de informações utilizadas permitindo a obtenção de uma estimação mais parcimoniosa, ou seja, com o menor número de parâmetros.

Bollerslev et al (1994) expõem que o comportamento da maior parte das séries financeiras tem sido bem captado por modelo GARCH (1,1), GARCH (2,1) ou GARCH (1,2). Tal fato indica que uma quantidade parcimoniosa de parâmetros consegue captar o comportamento de diferentes séries financeiras.

A representação geral do modelo GARCH(p,q), aplicada especificamente aos resíduos do modelo (15), definindo  $\Omega_{t-1}$  a informação disponível no período t-1, é apresentado a seguir.

$$\begin{aligned}
 r_t &= E(r_t | \Omega_{t-1}) + \xi_t \\
 \xi_t &= z_t \sigma_t \\
 \sigma_t^2 &= a_0 + \sum_{i=1}^p a_i \sigma_{t-i}^2 + \sum_{i=1}^q b_i \xi_{t-i}^2
 \end{aligned} \tag{19}$$

em que  $z_t$  é uma variável aleatória i.i.d. com esperança zero e variância unitária.

De forma genérica, as restrições para que a variância do processo seja positiva e fracamente estacionária é requerido que  $a_0 a_i > 0$ ;  $b_i > 0$  e  $a_1 + b_1 < 1$ . O somatório de  $a_1$  e  $b_1$  traduz a persistência de choques na volatilidade de retornos gerada por uma commodity. Quanto maior a aproximação desse somatório de 1, maior será o tempo necessário para que um choque na série seja

absorvido. Swaray (2002) expõe que a inclusão de variâncias condicionais defasadas permite capturar a “aprendizagem adaptativa” que caracteriza o processo.

A distribuição de probabilidade de  $z_t$  não precisa necessariamente ser uma normal. Os parâmetros a serem estimados são  $a_0, \dots, a_p$  e  $b_0, \dots, b_q$ . O modelo ARCH, desenvolvido por Engle (1982), seria um caso particular do GARCH, quando  $p=0$ . Nesse modelo  $\sigma_t^2$  representa a variância condicional do erro, dada a informação disponível até o período  $t-1$ , ou seja,  $\Omega_{t-1}$ . Atendidas as restrições quanto aos valores dos parâmetros, a variância incondicional do erro seria definida por:

$$\sigma^2 = \frac{a_0}{1 - \sum_{i=1}^p a_i - \sum_{i=1}^q b_i} \quad (20)$$

Uma representação didática dos modelos GARCH e de outros modelos mais simples, para tratamento da variância condicional, é apresentada por Engle (2001), considerando generalizações multivariadas, métodos alternativos de estimação e outros casos de interesse. A combinação dos modelos ARIMA e GARCH é uma dessas possibilidades que dá acesso a um amplo espectro de modelos para representação do comportamento das séries de preços.

#### **3.2.2.4 Modelo TAR**

Nos mercados financeiros observa-se um comportamento assimétrico da volatilidade, ou seja, períodos de declínio nos preços são freqüentemente acompanhados por períodos de volatilidade intensa, ao passo que períodos de

elevação nos preços são seguidos por um nível de volatilidade mais brando. Esse comportamento do mercado, em que os impactos dos choques negativos e positivos tende a ser sentidos de maneira diferenciada pela volatilidade, é denominado de “efeito alavancagem”. Os modelos que captam essas assimetrias na volatilidade são os modelos TAR (Threshold Autoregressive Conditional Heterokedasticity) proposto por Zakoian (1994) e o EGARCH desenvolvido por Nelson (1991). No modelo TAR (1,1) que é a particularização do modelo ARCH não-linear, a variância condicional pode ser expressa por:

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \beta \sigma_{t-1}^2 + \gamma_1 d_{t-1} \varepsilon_{t-1}^2 \quad (21)$$

na qual a variável *dummy* assume o valor  $d_{t-1}=1$ , se  $\varepsilon_{t-1} < 0$  e  $d_{t-1}=0$ , caso contrário. Caso  $\gamma=0$  a variância não apresentará assimetria. Tem-se que se  $\varepsilon_{t-1} < 0$  representa situações negativas, ou seja, informações e condições de mercados desfavoráveis, tais como: restrições de safras ocasionadas por geadas ou secas ou instabilidade política, o impacto será de  $\alpha + \gamma$ . De maneira semelhante, constata-se que se  $\varepsilon_{t-1} > 0$  representa situações positivas, ou seja, informações e condições de mercados favoráveis, tais como: condições adequadas de demanda satisfatórias, apresentam impacto  $\alpha$ . Serão verificados indícios de efeito alavancagem se  $\gamma_1 > 0$ .

### 3.2.2.5 Medidas de previsão

Dadas algumas observações passadas do comportamento de alguns sistemas, surge a questão de como fazer previsões sobre o comportamento futuro e quão precisas essas previsões podem ser. Nesse sentido, objetivou-se avaliar a capacidade preditiva dos modelos propostos acima para os índices criados na primeira sessão. A previsão permite maior avaliação sobre o risco a ser

incorrido, bem como auxilia as decisões de médio prazo. Assim, a previsão constitui um centro da análise financeira não apenas dos exercícios acadêmicos, mas de grandes instituições.

Uma métrica interessante para avaliar a acurácia preditiva do modelo é o coeficiente U de Theil, que é definido pela fórmula:

$$U = \frac{\sqrt{\sum_{k=1}^N (a_k - y_k)^2}}{\sqrt{\sum_{k=1}^N (a_k - a_{k-1})^2}} \quad (22)$$

onde  $y_k$  é a previsão obtida,  $a_k$  é a saída desejada para a previsão.

Esta métrica mede o quanto os resultados estão melhores que uma previsão ingênua ou trivial (i.e.: “a melhor estimativa do próximo valor é o valor atual”). Através desse coeficiente pode-se analisar a qualidade de uma previsão da seguinte maneira:

- Quando  $U > 1$ , o erro do modelo é maior que o erro ingênuo.
- Quando  $U < 1$ , o erro do modelo é menor que o erro ingênuo (boa previsão).

Assim, um coeficiente U de Theil menor que 1 já indica uma previsão melhor que a previsão trivial. Portanto, quanto mais próximo de ‘0,0’ for este coeficiente melhor a previsão.

A estatística Theil pode ser decomposta em três proporções de desigualdade:

- BIAS: Indicador do erro sistemático. Para ele, são esperados valores próximos a 0, um Bias grande sugere um excedente sistemático na predição.

- Variância: Indica a habilidade das previsões ao grau da replicação da variabilidade na variável a ser prevista. Se a proporção da variação for grande então a série real flutuou consideravelmente comparada a previsão.

- Covariância: Esta proporção mensura o erro não sistemático. Idealmente, esse deveria apresentar a maior proporção de desigualdade.

Outras estatísticas também são utilizadas para se medir a eficiência preditiva do modelo, como a raiz do erro quadrático médio (RMSE) e o erro absoluto médio (MAE), porém eles são mais utilizados para comparar desempenho entre modelos. Aqui servirá apenas para análise de preditiva dentro e fora da amostra.

O MAE é definido como:

$$MAE = \frac{\sum_{k=1}^N \left| \frac{a_k - y_k}{a_k} \right|}{N} \quad (23)$$

O RMSE é definido da seguinte forma:

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{k=1}^N \left| \frac{a_k - y_k}{a_k} \right|^2}{N}} \quad (24)$$

Esta métrica penaliza muito mais os erros maiores. Desta forma, uma técnica que apresente ótimos resultados na maioria das previsões, porém tenha erros elevados em uma previsão específica, irá fornecer um alto RMSE.

### 3.2.3 Descrição do processo do modelo de previsão

Inicialmente, foram feitas análises visuais dos dados, na busca de se averiguar o comportamento da série, tais como a estacionariedade ou não dos índices.

O segundo passo foi transformar a série dos preços em séries dos retornos, passando-a por análises visuais e estatísticas a fim de se averiguar determinadas características como estacionariedade, fatos estilizados, bem como buscar uma idéia inicial de que modelo se ajustar para média mediante o comportamento do correlograma e teste ADF.

A partir de uma ação empírica sobre a ordem do modelo a ser ajustado, modelaram-se as dependências temporais na média condicional da série de retornos analisada. O critério para escolha do modelo para o nível da série se deu via análise dos resíduos, onde se deveria obter um ruído branco.

Após o ajuste do modelo para a média, detectou-se, através de testes como o da estatística Q, para o resíduo ao quadrado do modelo ARIMA, a presença de dependência temporal da variância (efeitos ARCH). Assim, confirmou-se a necessidade da modelagem dos mesmos através de modelos da família ARCH.

Após confirmação de um padrão heterocedástico da série, foram implementados o ajustamento dos modelos da família ARCH, bem como os testes comparativos para identificar dentre os modelos, aquele que melhor capta o comportamento da série em estudo. Estes testes do modelo, via qualidade de ajuste, foram realizados via AIC, BIC e Log verossimilhança.

Ajustados os modelos também para a variância, averiguou-se a capacidade preditiva destes modelos para dentro e fora da amostra. Os testes empregados para essa análise foram o erro absoluto médio, raiz do erro quadrático médio e estatística de Theil-U.



### **3.2.4 Instrumentos de pesquisa**

Para a consecução dos cálculos necessários para esta pesquisa será utilizado como instrumento de pesquisa o software Econometric Views (Eviews<sup>TM</sup>) para a versão 5.1.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Índice proposto

A construção dos índices, através das metodologias propostas, resultou em índices que contêm a essencialidade de bons índices, ou seja, não apresentam ambigüidade, apresentam investibilidade, são mensuráveis, satisfatórios, procurados e conhecidos de antemão. Para tanto, buscou-se com relação à:

- Não ambigüidade: apresentar índices transparentes quanto a sua formação, deixando claro os nomes das commodities utilizadas, assim como as metodologias e pesos utilizados.

- Investibilidade e mensurabilidade: Embora as commodities apresentem baixa liquidez, quando comparadas a ativos financeiros, procurou-se trabalhar com as commodities agrícolas negociados na BM&F, pois o objetivo foi trabalhar com os produtos agrícolas, além do que, os dados geradores dos índices são de acesso a todos os agentes através do banco de dados do CEPEA (2005), MAPA (2005) e BM&F (2005). Dado que é essencial à capacidade de um agente replicar as informações que são de frequência diária.

- Satisfatoriedade e procura: nesse sentido, buscou-se trabalhar com as commodities mais representativas entre todas as commodities agropecuárias.

- Conhecimento prévio: definiu-se o período de início da avaliação em relação ao desempenho em que o índice será avaliado.

Como a idéia central desse trabalho é propor índices que possam ser utilizados para investimentos, realizar hedgers e servir como informação do direcionamento do setor agrícola, buscou-se além de atender as características desejáveis aos índices, também, comparar o comportamento de cada um perante cada commodity que os compõem a fim de averiguar o comportamento

individual delas dada a commodity, assim como para o conjunto delas também. Com esse objetivo, efetuou-se a análise dos seus respectivos coeficientes de determinação.

O Coeficiente de Determinação ( $R^2$ ) é obtido através do modelo de regressão linear OLS (Ordinary Least Squares Estimation), tratando-se de uma medida estatística que define se os valores da variável independente (X) permitem ou não proceder a uma boa estimativa da variável dependente (Y). O valor de  $R^2$  varia de 0 a 1. Quanto mais próximo de 1, melhor se revela o ajustamento da reta de regressão dos valores.

TABELA 3 - Coeficientes de determinação ( $R^2$ ) entre os índices criados e o preço no mercado físico.

<b>Commodity</b>	<b>SSC</b>	<b>SCC</b>	<b>LLSC</b>	<b>LLCC</b>	<b>LEXP</b>	<b>FLSC</b>	<b>FLCC</b>	<b>FEXP</b>
Açúcar	0.430	0.449*	0.280	0.321	0.343	0.256	0.283	0.302
Álcool	0.271	0.265	0.306	0.309*	0.117	0.283	0.277	0.098
Algodão	0.701	0.687	0.403	0.426	0.704	0.439	0.451	0.729*
Boi	0.750	0.728	0.789	0.792	0.715	0.812	0.813*	0.728
Café	0.669	0.643	0.965	0.945	0.600	0.972*	0.960	0.598
Soja	0.651	0.663	0.345	0.389	0.831	0.370	0.408	0.859*
Milho	0.775	0.801*	0.392	0.455	0.783	0.392	0.442	0.762
<b>Média</b>	<b>0.606**</b>	<b>0.605</b>	<b>0.497</b>	<b>0.519</b>	<b>0.584</b>	<b>0.503</b>	<b>0.519</b>	<b>0.582</b>

Fonte: Dados da pesquisa.

Notas:

\* denota índice de maior representatividade para a commodity individual.

\*\* denota índice de maior representatividade para o portfólio das commodities.

Os resultados da Tabela 3 revelam que o melhor desempenho médio, para o conjunto de commodities em relação a cada índice construído no período em estudo, foram os índices SSC e SCC, sendo estes dois muito próximos. De fato, adotando-se o SSC como variável independente, o  $R^2$  médio no período foi 0,606, o melhor deles, enquanto que pelo SCC, obtivemos um  $R^2$  médio de 0,605. Este resultado indica que ambos indicadores têm eficiência semelhante no que diz respeito a revelar a parcela do risco sistemático dos ativos.

Uma observação mais detalhada dos resultados indica que a análise de uma commodity específica pode estar sub ou sobre-avaliando o risco sistemático, dependendo do indicador utilizado. Assim, cabe ao agente avaliar qual índice utilizar em função de seu objetivo de uso.

Individualmente, o índice SSC não apresentou o melhor desempenho  $R^2$  para nenhuma das commodities trabalhadas, mas foi o índice que apresentou a melhor média para o conjunto das commodities. Dentre as commodities o SSC apresentou melhor desempenho para o milho com 0,775 e o menor desempenho foi constatado para a commodity álcool com 0,271.

O índice SCC, além de apresentar um dos melhores desempenhos para o computo geral das commodities, foi o índice de melhor desempenho para as commodities açúcar e milho, com valores de  $R^2$ , respectivamente de 0,449 e 0,881 e apresentou para a commodity álcool seu pior desempenho, com 0,265.

O índice LLSC foi o índice de pior desempenho no computo geral das commodities, apresentou um  $R^2$ , com valor médio de 0,497 e teve na commodity açúcar o valor mais baixo do  $R^2$ , com valor de 0,280. Com exceção para o boi gordo e café, respectivamente, com 0,795 e 0,965, apresentou resultados bem abaixo em comparação com outros índices, não sendo inferior somente em relação ao álcool.

O índice LLCC apresentou o melhor desempenho entre todos os outros índices para a commodity álcool de forma individual, com valor de  $R^2$ , de 0,309.

Seu desempenho para as commodities boi gordo e café foram, respectivamente, o terceiro e quarto melhor desempenho entre os índices e o seu pior desempenho foi encontrado para a commodity açúcar com 0,321, ficando abaixo da média geral do  $R^2$ , com valor de 0,519.

Individualmente, o índice LEXP não apresentou o melhor desempenho para nenhuma das commodities trabalhadas e foi o índice que apresentou o segundo pior  $R^2$  para a commodity álcool com o valor de 0,117. Para o conjunto das commodities, o índice teve o terceiro melhor desempenho com o valor do  $R^2$  de 0,584.

O índice FLSC foi o índice de segundo pior desempenho no computo geral das commodities, apresentou um  $R^2$ , com valor médio de 0,503, porém, foi para a commodity café o valor mais alto do  $R^2$ , com 0,972 e apresentou para a commodity milho o pior desempenho juntamente com o LLSC com o valor do  $R^2$  de 0,392.

Individualmente, o índice FLCC apresentou o melhor desempenho  $R^2$  para a commodity boi gordo, com o valor de 0,813 e para as commodities açúcar e álcool, o desempenho foi os piores encontrados no índice, com valores respectivos de 0,283 e 0,277.

O índice FEXP apresentou um dos melhores desempenhos para o computo geral das commodities, foi o índice de melhor desempenho para as commodities algodão e soja, com valores de  $R^2$ , respectivamente de 0,729 e 0,859 e apresentou para a commodity álcool o pior desempenho entre todas as commodities em relação aos índices, com 0,098.

Através dos resultados obtidos e apresentados na Tabela 3, podemos observar que o desempenho do índice variou de acordo com cada commodity e apresentou entre eles uma variação mínima de 0,085 da commodity boi gordo entre os índices FLCC e FEXP, com valores de 0,813 e 0,728, respectivamente e

uma variação máxima de 0,514 para a commodity soja entre os índices FEXP e LLSC, representado pelos valores respectivos 0,859 e 0,345.

Numa análise semelhante para a variação de desempenho deste índice, observa-se que a menor variação apresenta o valor de 0,504 para o índice SSC e a maior variação de 0,761 representada para o índice FEXP.

Para analisar as médias dos coeficientes de determinação dos índices para identificar se os índices diferem estatisticamente, os resultados são apresentados na Tabela 4.

TABELA 4 – Valor do teste F para as médias de  $R^2$  dos índices correlacionados com o mercado físico.

	SCC	LLSC	LLCC	LEXP	FLSC	FLCC	FEXP
SSC	1.012	0.481	0.562	0.507	0.452	0.496	0.446
SCC		0.475	0.555	0.501	0.446	0.490	0.440
LLSC			1.167	0.475	0.938	1.030	0.926
LLCC				0.902	0.803	0.882	0.793
LEXP					0.890	0.9777	0.878
FLSC						1.097	0.987
FLCC							0.899

Fonte: Dados da pesquisa.

Nota: O valor crítico para o quantil direito é de 5.819 e para o quantil esquerdo de 1.171 para o nível de significância de 5% e 6 graus de liberdade para  $n_i$  e  $n_j$ .

Analisando os resultados apresentados na Tabela 4 todos os índices não diferem entre si estatisticamente de forma pareada, pois todos os valores de F estão dentro do intervalo proposto pelo limite crítico. Com isso a utilização de

qualquer índice é estatisticamente pertinente por não trazer prejuízos para qualquer das estruturas propostas para os índices em relação a sua igualdade.

Com o objetivo de averiguar o desempenho dos índices em relação ao mercado futuro efetivou-se a análise dos coeficientes de determinação para as cotações das commodities no mercado futuro dado à variação dos índices. A metodologia utilizada para montar a série foi a de utilização do contrato mais próximo ao vencimento.

O período utilizado para o ajustamento foi de 08/11/02 a 30/03/04, esse período foi limitado pela série da soja, uma vez que ela deixou de ser negociada em março de 2004 retomando suas negociações somente em agosto de 2004. Os resultados estão apresentados na Tabela 5. Assim como no caso do mercado físico, cabe ao agente avaliar qual índice utilizar em função de seu objetivo de uso.

Conforme a Tabela 5, observou-se uma queda do valor do coeficiente de determinação dos índices em relação a cada commodity bem como para o conjunto delas em relação à análise feita utilizando os dados do mercado físico.

Este fato pode ser explicado devido à construção dos índices terem sido formados com base nas séries de preços físicos onde o comportamento tende a ser mais estável, do que os valores contidos nas séries do mercado futuro, pois estas estão mais propensas à atividade de especulação o que vai trazer uma maior volatilidade sobre os preços.

Este fato pode ser demonstrado pelas commodities boi gordo e café, que no mercado futuro são os ativos agropecuários com maior liquidez e que apresentaram resultados de desempenho bem inferiores a outras commodities.

TABELA 5. Coeficientes de determinação ( $R^2$ ) entre os índices e os preços das commodities cotados no mercado futuro da BM&F.

<b>Commodity</b>								
<b>Futuro</b>	<b>SSC</b>	<b>SCC</b>	<b>LLSC</b>	<b>LLCC</b>	<b>LEXP</b>	<b>FLCC</b>	<b>FLSC</b>	<b>FEXP</b>
Açúcar-Fut	0.601	0.643*	0.553	0.639	0.525	0.552	0.480	0.429
Álcool-Fut	0.484	0.510*	0.328	0.393	0.269	0.302	0.270	0.194
Algodão-Fut	0.054	0.071	0.164	0.193*	0.017	0.138	0.116	0.001
Boi-Fut	0.007	0.009	0.038	0.041*	0.010	0.020	0.022	0.033
Café-Fut	0.056	0.073*	0.001	0.016	0.026	0.000	0.001	0.008
Soja-Fut	0.105	0.129*	0.086	0.130	0.019	0.064	0.041	0.001
Milho-Fut	0.551	0.557	0.320	0.364	0.643*	0.339	0.278	0.620
<b>Média</b>	0.264	0.283**	0.211	0.252	0.212	0.200	0.171	0.181

Fonte: Dados da Pesquisa.

Notas:

\* denota índice de maior representatividade para a commodity individual.

\*\* denota índice de maior representatividade para o portfólio das commodities.

O índice SSC não apresentou o melhor desempenho  $R^2$  para nenhuma das commodities trabalhadas, mas apresentou a segunda melhor média para o conjunto das commodities com 0,264. Dentre as commodities o SSC apresentou melhor desempenho para o açúcar com 0,601 e o menor desempenho foi constatado para a commodity boi gordo com 0,007.

O índice SCC foi o que apresentou o melhor desempenho no geral com um valor de  $R^2$ , 0,283 e foi o que apresentou o melhor desempenho para as commodities açúcar, álcool, café e soja, com valores de  $R^2$ , respectivamente, 0,643, 0,510, 0,073 e 0,129 e apresentou para a commodity boi gordo seu pior desempenho, com 0,009.



O índice LLSC foi o índice mediano no seu desempenho no computo geral das commodities, apresentou um  $R^2$ , com valor médio de 0,211 e teve na commodity açúcar o valor mais alto do  $R^2$ , com valor de 0,553. O valor mais baixo foi encontrado para o boi gordo e café, respectivamente, com 0,038 e 0,001.

O índice LLCC foi o que obteve o terceiro melhor desempenho, com um valor de  $R^2$  igual a 0,252 e teve na commodity açúcar o valor mais desta commodity de forma individual, com valor de 0,639. O valor mais baixo foi encontrado para o café, 0,016. Individualmente o LLCC representou para as commodities boi gordo e algodão, os melhores desempenhos, com valores de  $R^2$  respectivamente igual a 0,041 e 0,193.

Individualmente, o índice LEXP apresentou o melhor desempenho para a commodity milho com um desempenho individual de 0,643, sendo este o maior valor encontrado do coeficiente de determinação, sendo semelhante ao valor do  $R^2$  da commodity açúcar no índice SCC. O pior desempenho foi encontrado para a commodity boi gordo, com um valor de 0,010. Para o conjunto das commodities, o índice teve um desempenho mediano em relação aos outros índices com o valor do  $R^2$  de 0,212.

O índice FLSC foi o índice de pior desempenho no computo geral das commodities, apresentou um  $R^2$ , com valor médio de 0,171 e foi para a commodity milho o valor mais baixo do  $R^2$ , com 0,278.

Individualmente, o índice FLCC apresentou o pior desempenho  $R^2$  para a commodity café de forma individual, com o valor de 0,000 e para a commodity açúcar, o desempenho foi o melhor encontrado no índice, com valor de 0,552. No computo geral das commodities o FLCC apresentou o terceiro pior desempenho com um  $R^2$  no valor de 0,200.

O índice FEXP apresentou o segundo pior desempenho para o computo geral das commodities, com um  $R^2$ , no valor de 0,181 e apresentou para as

commodities algodão e soja, o pior desempenho individual com um valor de 0,001. O melhor desempenho do índice foi encontrado para o milho com um valor de 0,620.

Com os resultados obtidos na Tabela 5, observa-se que os desempenhos dos índices variaram de acordo com cada commodity. A variação mínima encontrada foi de 0,034 entre os índices LLCC e SSC, representada pela commodity boi gordo, o que ressalta uma pequena variação do desempenho dos índices para esta commodity. O oposto pode ser observado para o milho, com uma variação de 0,323 entre os índices LEXP e LLSC.

Para a análise da variação de desempenho para as commodities dentro dos índices, observa-se que a menor variação apresenta o valor de 0,479 para o índice FLSC, auferida pelas commodities açúcar e café. A maior variação de 0,634 representada para o índice SCC.

A tabela 6 apresenta o teste F para os  $R^2$  em relação aos preços futuros.

TABELA 6 – Valor do teste F para as médias de  $R^2$  dos índices correlacionados com o mercado futuro.

	SCC	LLSC	LLCC	LEXP	FLSC	FLCC	FEXP
SSC	0.952	1.804	1.406	0.966	2.253	1.703	1.140
SCC		1.894	1.476	1.014	2.365	1.787	1.196
LLSC			0.779	0.535	1.248	0.943	0.631
LLCC				0.687	1.601	1.211	0.810
LEXP					2.330	1.761	1.179
FLSC						1.322	0.669
FLCC							0.506

Fonte: Dados da pesquisa.

Nota: O valor crítico para o quantil direito é de 5.819 e para o quantil esquerdo de 1.171 para o nível de significância de 5% e 6 graus de liberdade para  $n_i$  e  $n_j$ .

As médias encontradas dos coeficientes de determinação da relação índices propostos com os preços futuros apresentaram estatisticamente iguais, confirmando também para os preços futuros a não diferenciação da estrutura dos índices.

O comportamento dos índices também pode ser observado através da Figura 4, apresentada abaixo.

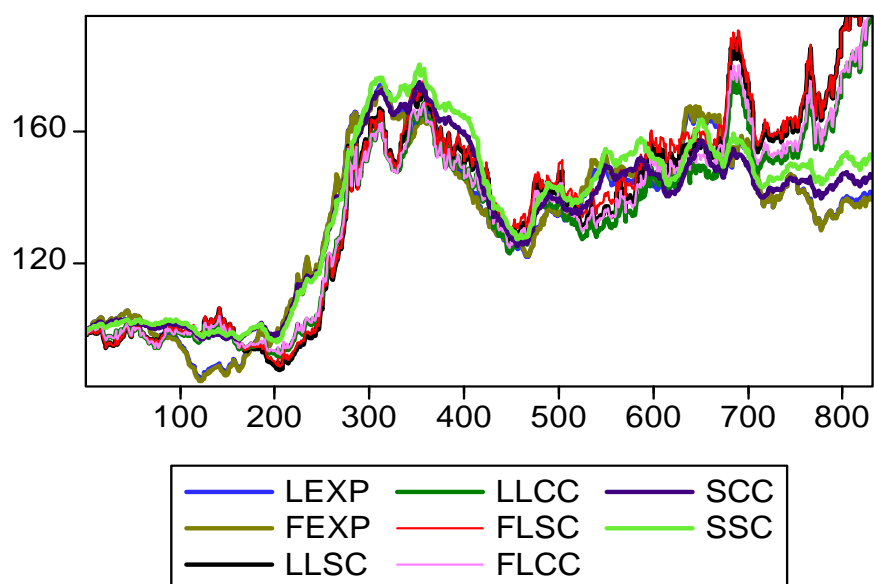


FIGURA 4 - Comportamento dos índices propostos, onde a ordenada representa o valor em pontos do índice e a abscissa o tempo.

Fonte: Dados da pesquisa.

A inspeção visual revela que os índices podem ser diferenciados em dois comportamentos distintos: o grupo 1 formado pelos índices LLSC, FLSC, LLCC e FLCC que apresentam um nível mais elevado das séries ao final do período e;

o grupo 2, que é composto pelos índices FEXP, LEXP, SSC e SCC apresentam um nível mais inferior ao final da série.

Essa análise nos permite verificar que a ponderação com base na liquidez de contratos da BM&F promove um acréscimo nos níveis das séries dos índices que se basearam nas metodologias tanto de Fisher quanto a de Laspeyres e que os índices com ponderação no volume de exportação, bem como os de metodologia simples apresentam comportamentos similares de uma redução dos níveis.

Uma outra análise para a sinalização de validação dos índices propostos pode ser realizada através da estimação dos coeficientes de determinação entre o CRB e as commodities agrícolas que o compõem e são similares às commodities negociadas na BM&F.

TABELA 7. Coeficientes de determinação entre o índice CRB e as commodities.

<b>Commodity</b>	<b>CRB</b>
Açúcar 11	0.430
Algodão	0.194
Boi	0.483*
café	0.480
soja	0.475
milho	0.084
<b>Media</b>	<b>0.358</b>

Fonte: Dados da pesquisa.

Notas: \* a commodity a qual o índice teve maior representatividade.

A análise da Tabela 7, nos permite avaliar a representatividade do índice CRB para cada uma das commodities que o compõe. Vale a ressalva de que o CRB não é composto somente por commodities agropecuárias, sua composição

também inclui derivativos futuros energia e metálicos. Contudo, o CRB pode ser considerado um benchmark para os índices aqui propostos.

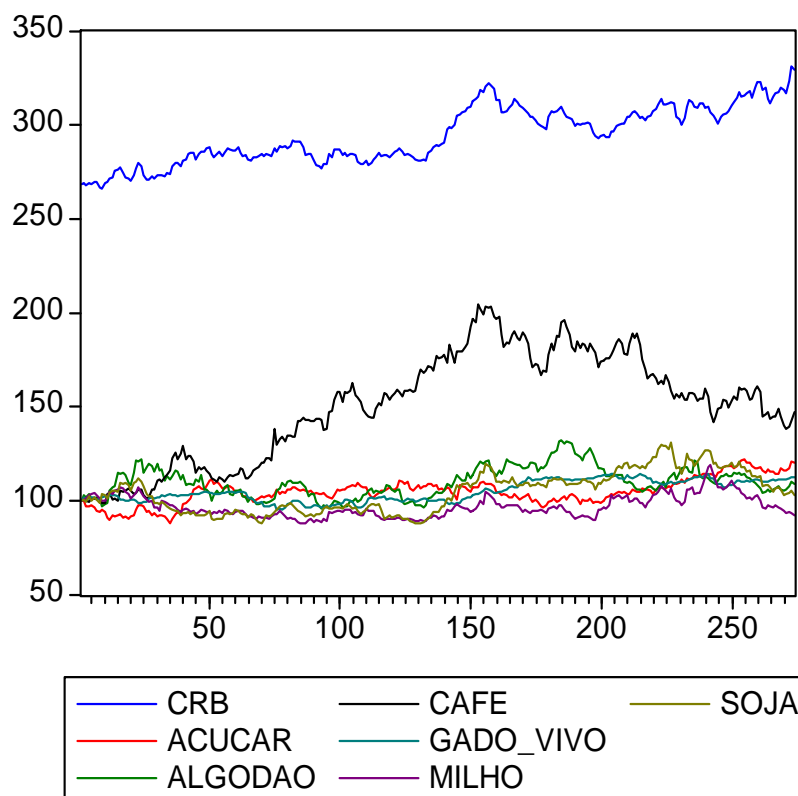


FIGURA 5 - Comparação do comportamento da série de preços do índice CRB e preços relativos das commodities que o compõem.

Fonte: NYBOT (2005), CME (2005) e CBOT (2005).

Observa-se que o melhor desempenho do CRB para as commodities individualmente ocorre para o gado vivo, aqui considerado como similar ao boi

gordo negociado na BM&F, um  $R^2$  de 0,4837, e para o conjunto de commodities, um  $R^2$  de 0,3582, ou seja, este valor é inferior ao  $R^2$  obtido para o conjunto das commodities de todos os índices propostos quando analisados a série de preços físicos. No caso da série de preços futuros, o desempenho dos índices para o conjunto das commodities são inferiores.

#### **4.2 Modelo de previsão**

Na Figura 6, são apresentadas as séries dos níveis dos índices criados a partir das commodities trabalhadas neste trabalho.

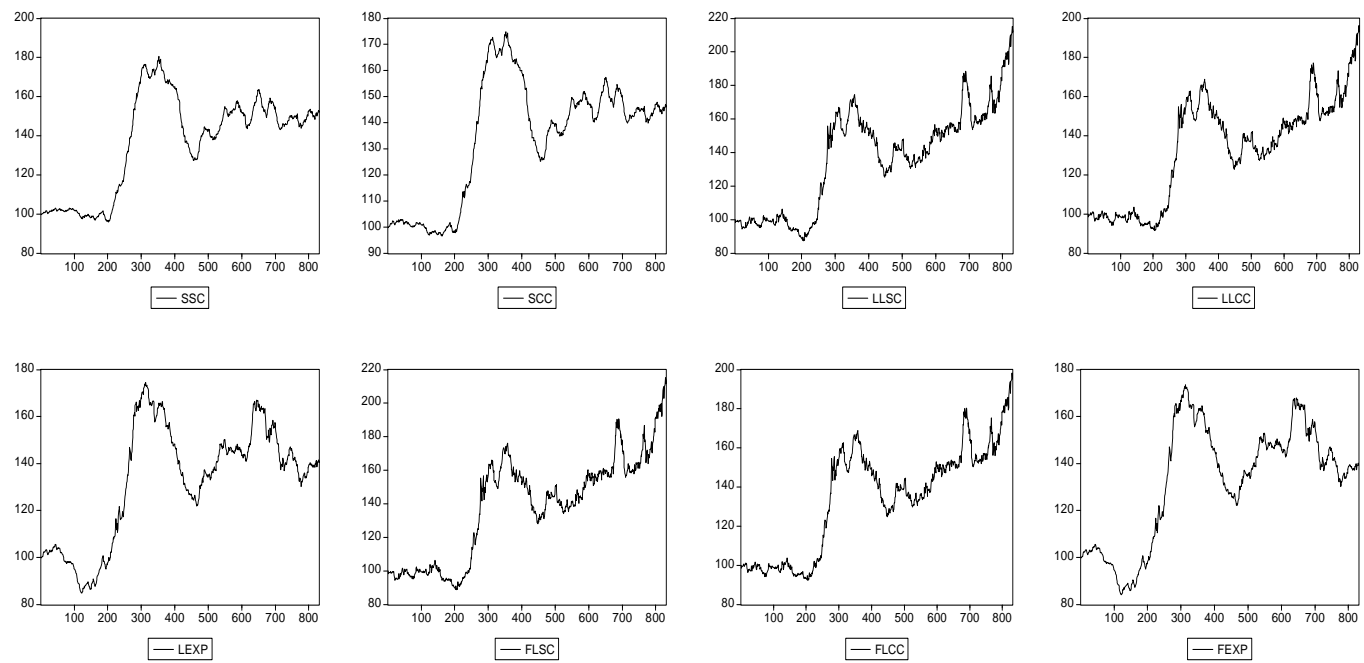


FIGURA 6. Séries de preços dos índices SSC, SCC, LLSC, LLCC, LEXP, FLSC, FLCC e FEXP.

Fonte: Dados da pesquisa.

A Figura 7, por sua vez, ilustra o comportamento dos retornos diários dos índices, a serem modelados. Essas séries serão representadas por:

- RSSC – Série de retornos do índice Simple sem câmbio.
- RSCC – Série de retornos do índice Simple com câmbio.
- RLLSC – Série de retornos do índice Laspeyres com ponderação na liquidez sem câmbio.
- RLLCC – Série de retornos do índice Laspeyres com ponderação na liquidez com câmbio.
- RLEXP – Série de retornos do índice Laspeyres com ponderação no volume de exportação.
- RFLSC – Série de retornos do índice Fisher com ponderação na liquidez sem câmbio.
- RFLCC – Série de retornos do índice Fisher com ponderação na liquidez com câmbio.
- RFEXP Série de retornos do índice Fisher com ponderação no volume de exportação.

Estas séries serão utilizadas para a modelagem e previsão da volatilidade dos índices, a partir do modelo heterocedástico condicional autorregressivo – ARCH.



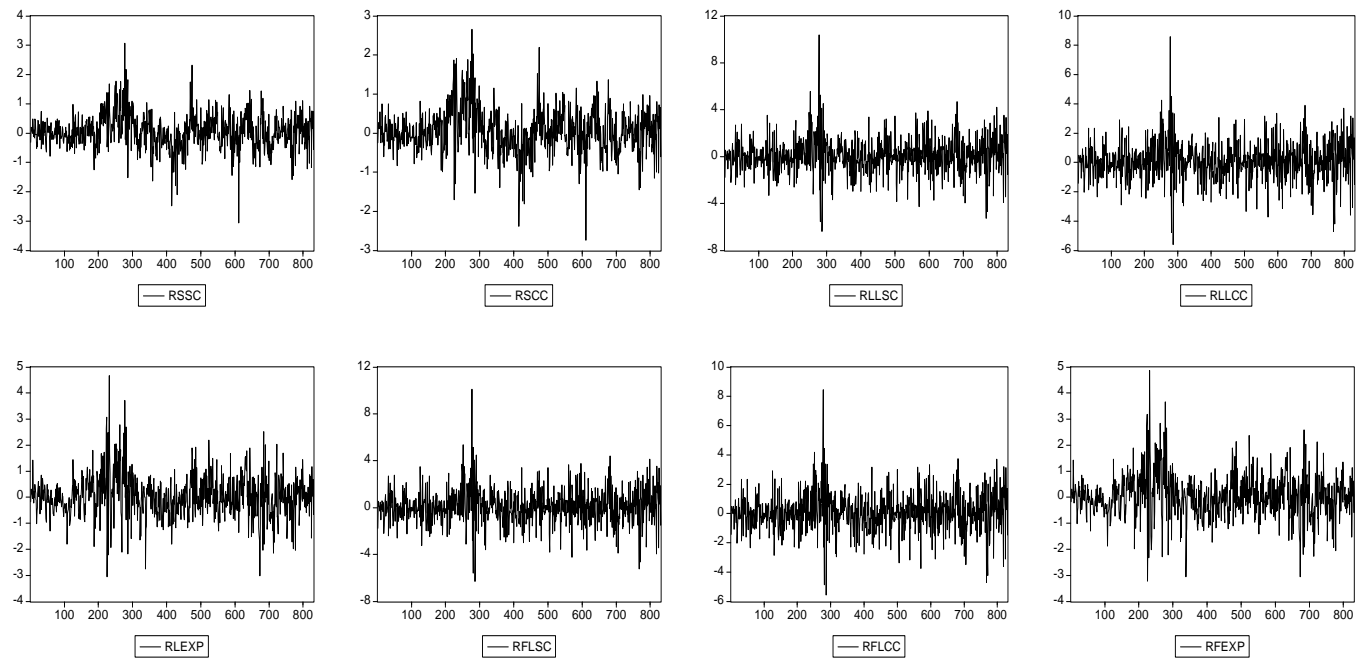


FIGURA 7. Série dos retornos dos índices.

Fonte: Dados da pesquisa.

A inspeção visual da Figura 7, que expressa o comportamento dos retornos diários dos índices propostos, possibilita verificar que em todas as séries temporais existe sinais da presença de heterocedasticidade e de agrupamento de volatilidade, características compartilhadas com as séries financeiras.

Abaixo são apresentadas algumas estatísticas, Tabela 8, bem como os histogramas, Figura 8, das séries dos retornos dos índices.

TABELA 8 - Estatísticas descritivas das séries dos retornos dos índices.

Estatística	R S S C	R S C C	R L L S C	R L L C C	R L E X P	R F L S C	R F L C C	R F E X P
Retorno médio	0.05	0.04	0.09	0.08	0.04	0.09	0.08	0.03
Assimetria	0.04	0.12	0.34	0.24	0.39	0.31	0.21	0.36
Curtose	5.86	5.56	7.10	6.45	5.73	6.96	6.364	5.94
Desvio-Padrão incondicional	0.57	0.55	1.48	1.28	0.80	1.46	1.282	0.82
Jarque & Bera	283	229	598	420	280	556	397	317
p-valor J&B	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Fonte: Dados da pesquisa

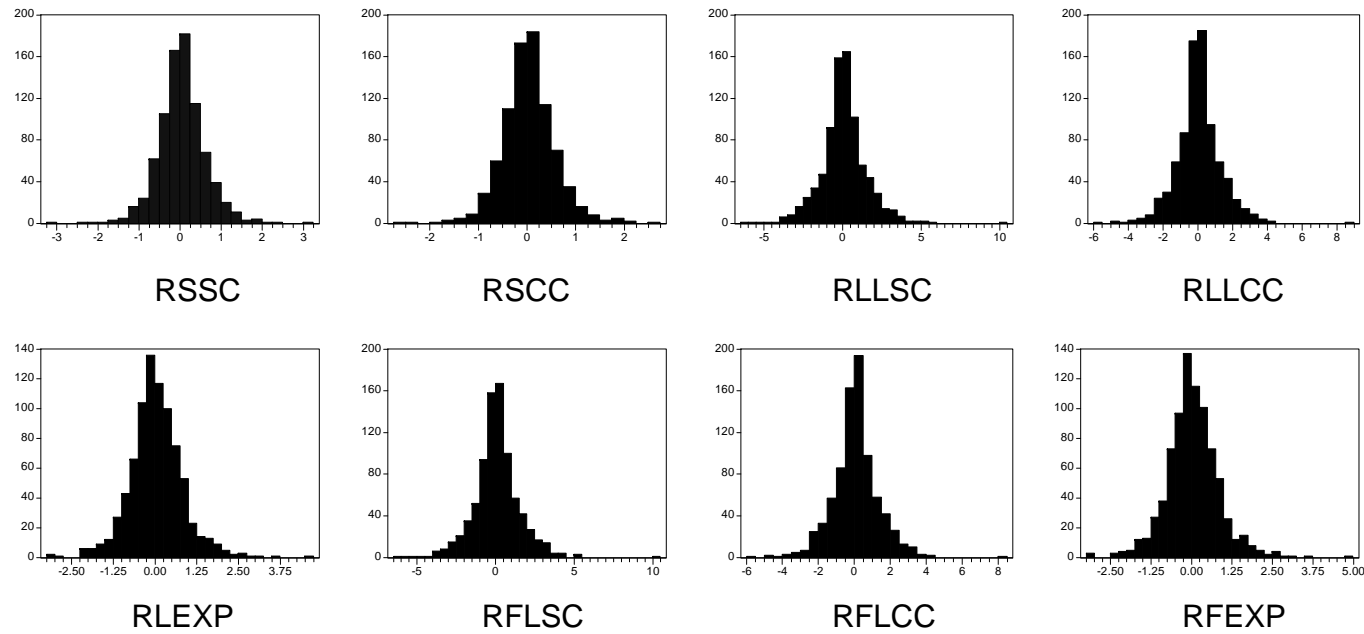


FIGURA 8. Histograma das séries dos retornos dos índices.

Fonte: Dados da pesquisa.

A Figura 8 ilustra a distribuição das séries RSSC, RSCC, RLLSC, RLLCC, RLEXP, RFLSC, RFLCC e RFEXP. Adicionalmente, através da Figura 7, também observou-se a presença de assimetria o que sugere a rejeição à hipótese de normalidade dos retornos. A curtose, por sua vez, aponta que a função de densidade de probabilidade da série é leptocúrtica em relação à distribuição normal.

De modo a efetuar adequadamente a análise dos dados, bem como proceder às inferências estatísticas, foram realizados testes de raiz unitária de modo a verificar a existência de estacionariedade nas séries. Para tal, foi feito o teste de Dickey-Fuller ampliado nos retornos de todas as séries componentes da amostra. Os resultados indicaram rejeição da hipótese de raiz unitária permitindo, portanto, a realização de inferências a partir dos resultados das regressões.

Para um nível de 5% e 831 observações, o valor crítico da estatística do teste para a rejeição da hipótese de existência de raiz unitária é 2,86 (em valor absoluto). Estão contidos na Tabela 9 os valores da estatística obtidos para as oito séries.

TABELA 9 - Teste de raiz unitária (ADF) das séries dos índices.

<b>Índice</b>	<b>Estatística-t</b>	<b>Probabilidade</b>
<b>RSSC</b>	-7.317994	0.00000
<b>RSCC</b>	-8.751421	0.00000
<b>RLLSC</b>	-22.07165	0.00000
<b>RLLCC</b>	-28.29126	0.00000
<b>RLEXP</b>	-10.78713	0.00000
<b>RFLSC</b>	-22.17989	0.00000
<b>RFLCC</b>	-28.41453	0.00000
<b>RFEXP</b>	-20.79774	0.00000

Fonte: Dados da pesquisa.

Nota: Valor Crítico a 95% da estatística Dickey-Fuller = 2,86.

A Tabela 10 contém algumas estimativas dos coeficientes das funções de autocorrelação (fac) e de autocorrelação parcial (facp) para os retornos e retornos quadráticos de todos os índices.

A partir das análises da fac e facp, procedeu-se à etapa de ajustamento do modelo para a média das séries dos retornos dos índices, nos quais os melhores modelos ajustados estão na Tabela 11.

TABELA 10 - FAC E FACP para os retornos e retornos quadráticos.

Retornos	R	R	R	R	R	R	R	R
	S	S	L	L	L	F	F	F
	S	C	L	L	E	L	L	E
	C	C	S	C	X	S	C	X
			C	C	P	C	C	P
a <sub>1</sub>	0.300	0.302	0.014	0.025	0.321	0.016	0.020	0.320
(p <sub>1</sub> )	(0.330)	(0.302)	(0.014)	(0.025)	(0.321)	(0.016)	(0.020)	(0.320)
a <sub>2</sub>	0.202	0.168	0.090	-0.081	0.074	-0.090	-0.084	0.066
(p <sub>2</sub> )	(0.124)	(0.085)	(-0.90)	(-0.08)	(-0.03)	(-0.091)	(-0.085)	(-0.040)
a <sub>3</sub>	0.260	0.229	0.032	0.047	0.101	0.034	0.040	0.090
(p <sub>3</sub> )	(0.189)	(0.174)	(0.035)	(0.052)	(0.097)	(0.037)	(0.044)	(0.091)
a <sub>4</sub>	0.293	0.287	0.071	0.088	0.172	0.076	0.082	0.159
(p <sub>4</sub> )	(0.184)	(0.193)	(0.062)	(0.079)	(0.125)	(0.067)	(0.074)	(0.117)
a <sub>5</sub>	0.247	0.222	0.020	-0.026	0.015	-0.031	-0.031	0.000
(p <sub>5</sub> )	(0.105)	(0.083)	(-0.01)	(-0.02)	(-0.09)	(-0.027)	(-0.028)	(-0.099)
$2/\sqrt{T}^{**}$	0.069	0.069	0.069	0.069	0.069	0.069	0.069	0.069

Retornos Quadráticos	R	R	R	R	R	R	R	R
	S	S	L	L	L	F	F	F
	S	C	L	L	E	L	L	E
	C	C	S	C	X	S	C	X
			C <td>C</td> <td>P</td> <td>C</td> <td>C</td> <td>P</td>	C	P	C	C	P
a <sub>1</sub>	0.067	0.109	0.173	0.144	0.141	0.179	0.146	0.146
(p <sub>1</sub> )	(0.067)	(0.109)	(0.173)	(0.144)	(0.141)	(0.179)	(0.146)	(0.146)
a <sub>2</sub>	0.040	0.126	0.023	0.016	0.231	0.025	0.016	0.239
(p <sub>2</sub> )	(0.036)	(0.116)	(-0.00)	(-0.005)	(0.216)	(-0.007)	(-0.005)	(0.222)
a <sub>3</sub>	0.082	0.101	0.205	-0.005	0.103	0.215	0.202	0.103
(p <sub>3</sub> )	(0.078)	(0.078)	(0.209)	(-0.005)	(0.050)	(0.219)	(0.205)	(0.046)
a <sub>4</sub>	0.235	0.282	0.270	0.296	0.279	0.275	0.293	0.269
(p <sub>4</sub> )	(0.226)	(0.259)	(0.214)	(0.253)	(0.228)	(0.214)	(0.249)	(0.215)
a <sub>5</sub>	0.140	0.142	0.134	0.127	0.131	0.137	0.129	0.133
(p <sub>5</sub> )	(0.117)	(0.088)	(0.073)	(0.074)	(0.058)	(0.074)	(0.076)	(0.060)
$2/\sqrt{T}^{**}$	0.069	0.069	0.069	0.069	0.069	0.069	0.069	0.069

Fonte: Dados da pesquisa.

Nota: \* a<sub>i</sub> e p<sub>i</sub> denotam os coeficientes de autocorrelação e autocorrelação parcial da i-ésima ordem, respectivamente.

\*\* Limite assintótico da função de autocorrelação.

Os coeficientes de autocorrelação revelam um padrão previsível para as médias condicionais dos retornos dos índices. As autocorrelações estimadas para os retornos quadráticos, em todos os casos, também exibem sinais de previsibilidade, uma evidência de efeitos ARCH.

Para confirmar essas evidências de um padrão ARCH, efetuou-se o teste tipo multiplicador de Lagrange, proposto por Engle (1982) nos resíduos ajustados para a média condicional dos retornos. A hipótese nula nesse teste é a de não correlação das variâncias dos resíduos dos modelos estimados para os retornos dos índices com diferentes defasagens.

TABELA 11 - Coeficientes dos modelos para a média.

Coeficientes	R	R	R	R	R	R	R	R
	S	S	L	L	L	F	F	F
	S	C	L	L	E	L	L	E
	C	C	S	C	X	S	C	X
AR(1)	0.200 (0.03)	0.220 (0.03)			0.323 (0.04)			0.328 (0.04)
AR(2)			-0.078 (0.03)	-0.071 (0.03)	-0.043 (0.06)	-0.081 (0.03)	-0.077 (0.03)	-0.048 (0.06)
AR(3)	0.154 (0.03)	0.110 (0.03)						
AR(4)	0.178 (0.05)	0.169 (0.04)	0.078 (0.04)	0.086 (0.04)	0.158 (0.05)	0.072 (0.04)	0.073 (0.04)	0.153 (0.05)
AR(5)	0.103 (0.04)				-0.095 (0.05)			-0.102 (0.05)
AR(8)		0.093 (0.03)			0.072 (0.03)		0.079 (0.04)	0.070 (0.03)
AR(10)		0.109 (0.34)			0.098 (0.03)			0.090 (0.03)

Fontes: Dados da pesquisa.

Nota: ( ) Desvio Padrão.

Os p-valores do teste estão reportados na Tabela 12.

TABELA 12 – Teste ARCH de Engle.

Resíduos ao quadrado do modelo ajustado para a média dos retornos								
L	p-valor	p-valor	p-valor	p-valor	p-valor	p-valor	p-valor	p-valor
a	RSSC	RSCC	RLLSC	RLLCC	RLEXP	RFLSC	RFLCC	EFEXP
g								
5	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
10	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
15	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
20	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Fonte: Dados da pesquisa.

Conforme os p-valores reportados na Tabela 12, o teste para efeitos ARCH de Engle (1982) fornece fortes evidências contra a hipótese nula de não haver heterocedasticidade condicional na volatilidade de todos os modelos.

Com base nestes resultados, ajustaram-se os retornos dos índices a partir de modelos da família ARCH, sendo reportados no presente trabalho somente os dois melhores modelos para cada índice.

Implementou-se a matriz de variância-covariância corrigida, proposta por Bollerslev & Wooldridge (1992), para a estimação dos modelos da classe ARCH, visto que se considerou a hipótese de normalidade dos modelos ajustados para a média condicional dos retornos na estimação desses modelos, embora tenha sido constatado a não normalidade fornecida pelo teste de Jarque & Bera (1987) para o resíduo desses modelos (p-valor=0,000).

Observa-se que a soma dos parâmetros  $\alpha_1$ ,  $\beta_1$  e  $\beta_2$  do modelo GARCH mensuram a duração dos choques de volatilidade, em que valores próximos ou igual à unidade demonstram que um impacto sobre a volatilidade se enfraquecerá vagarosamente. Nas tabelas dos resultados da estimação dos modelos para os retornos dos índices, esses parâmetros no modelo GARCH (1,1)



são representados respectivamente por  $\varepsilon_{t-1}^2$ , e  $\sigma_{t-1}^2$ , e por  $\varepsilon_{t-1}^2$ ,  $\sigma_{t-1}^2$  e  $\sigma_{t-2}^2$ , para o modelo GARCH (1,2). O somatório destes coeficientes está denotado nas tabelas de ajustamento como ARCH+GARCH. A magnitude desse coeficiente de persistência indica que um choque nos retornos das séries perpetua-se por vários períodos na volatilidade destes retornos.

No que tange à qualidade de ajuste dos modelos da classe ARCH, constatou-se que os indicadores de qualidade do ajuste demonstraram que ambos os modelos apresentaram um desempenho bastante adequado.

Constatou-se que os melhores modelos foram selecionados, segundo o Critério de Informação de Akaike, (AIC), o Critério de Informação de Schwarz (CIS) e o Método da Máxima Log-Verossimilhança (Ln (L))

Com isso, apresentam-se, nas tabelas que seguem, os resultados da estimação para a média condicional e volatilidade dos índices, bem como as medidas de qualidade do ajuste dos modelos.

Para o modelo GARCH (1,1) nenhum dos parâmetros foi não significativo, já para o modelo GARCH (1,2), o intercepto e o parâmetro ARCH não foram significativos ao nível de 5% de significância. Constatou-se que ambos os modelos apresentados acima servem para captar o comportamento da série dos retornos do índice SSC.

TABELA 13 - Resultados da estimação dos modelos e medidas da qualidade do ajuste RSSC.

Estimativas			Qualidade de Ajuste		
Especificação			Indicadores	GARCH (1,1)	GARCH (1,2)
<b>Média</b>	<b>AR</b>	<b>AR</b>	ERRO PADRÃO	0.0205	0.0205
AR(1)	0.213266 (0.03981)	0.212228 (0.03858)	CIS	1.531*	1.5362
AR(3)	0.141958 (0.03557)	0.145376 (0.03601)	Ln (L)	-585.4	-583.9*
AR(4)	0.127826 (0.03543)	0.122477 (0.03660)	AIC	1.4902	1.4879*
AR(5)	0.128981 (0.03434)	0.135328 (0.03478)			
<b>Variância</b>	<b>GARCH (1,1)</b>	<b>GARCH (1,2)</b>			
$\alpha_0$	0.005062 (0.00206)	0.003674 (0.00231)			
$\varepsilon_{t-1}^2$	0.044102 (0.01061)	0.027225 (0.01632)			
$\sigma_{t-1}^2$	0.939514 (0.01506)	1.526416 (0.28490)			
$\sigma_{t-2}^2$	- (-)	-0.565888 (0.26273)			
<b>PERSISTÊNCIA</b>	0.983616	0.987753			

Fonte: Dados da pesquisa.

Notas: 1. Valores do erro padrão entre parênteses, calculado ao nível de significância de 0,05.

2. \* denota o melhor modelo segundo o critério em questão.

Seguindo, contudo os critérios de qualidade de ajuste, sugere-se o modelo GARCH (1,2), pois apresentou melhores valores para as estatísticas AIC e Ln (L) em contra partida ao GARCH (1,1) que teve somente melhor valor comparativo para a estatística CIS. O Erro Padrão apresentou resultados iguais para ambos modelos, portanto não servindo de medida comparativa. A

persistência da volatilidade para o modelo escolhido de acordo com os critérios de qualidade de ajuste foi de 0,987753.

TABELA 14 - Resultados da estimação dos modelos e medidas da qualidade do ajuste RSCC.

Estimativas			Qualidade de Ajuste		
Especificação			Indicadores	GARCH (1,1)	TARCH (1,1)
<b>Média</b>	<b>AR</b>	<b>AR</b>	ERRO PADRÃO	0.0196	0.0196
AR(1)	0.234552 (0.03920)	0.229013 (0.03914)	CIS	1.4456	1.4359*
AR(3)	0.121352 (0.03478)	0.126625 (0.03405)	Ln (L)	-547.6	-544.0*
AR(4)	0.135349 (0.03526)	0.117614 (0.03590)	AIC	1.4042	1.3889*
AR(5)	0.083463 (0.03613)	0.125692 (0.03415)			
<b>Variância</b>	<b>GARCH (1,1)</b>	<b>TARCH (1,1)</b>			
$\alpha_0$	0.005766 (0.00227)	0.010212 (0.00354)			
$\varepsilon_{t-1}^2$	0.059649 (0.01385)	0.104229 (0.02526)			
$\sigma_{t-1}^2$	0.919833 (0.01857)	0.886447 (0.02528)			
$d_{t-1} \varepsilon_{t-1}^2$		-0.059718 (0.02738)			
<b>PERSISTÊNCIA</b>	0.979482	0.990676			

Fonte: Dados da pesquisa.

Notas: 1. Valores do erro padrão entre parênteses, calculado ao nível de significância de 0,05.

2. \* denota o melhor modelo segundo o critério em questão.

Para ambos os modelos TARCH (1,1) e GARCH (1,1) todos os parâmetros foram significativos ao nível de 5%. De acordo com os critérios adotados para verificar a qualidade de ajuste, sugere-se o modelo TARCH (1,1),

pois apresentou melhores valores para as estatísticas AIC, Ln (L) e CIS. A persistência da volatilidade para o modelo escolhido de acordo com os critérios de qualidade de ajuste foi de 0,990676.

TABELA 15 - Resultados da estimação dos modelos e medidas da qualidade do ajuste RLLSC.

Estimativas			Qualidade de Ajuste		
Especificação			Indicadores	GARCH (4,1)	TARCH (4,1)
<b>Média</b>	<b>AR</b>	<b>AR</b>	ERRO PADRÃO	0.0520	0.0520
AR(2)	-0.087560 (0.01925)	-0.079498 (0.03082)	CIS	3.4837	3.4768*
<b>Variância</b>	<b>GARCH (4,1)</b>	<b>TARCH (4,1)</b>	Ln (L)	-1366.6	-1360.5*
$\alpha_0$	0.531149 (0.10178)	0.346775 (0.07050)	AIC	3.4427	3.4299*
$\varepsilon_{t-1}^2$	0.023594 (0.02550)	0.097327 (0.03304)			
$\varepsilon_{t-2}^2$	-0.040412 (0.01974)	-0.040526 (0.02180)			
$\varepsilon_{t-3}^2$	0.061267 (0.02808)	0.048956 (0.02768)			
$\varepsilon_{t-4}^2$	0.254783 (0.05121)	0.208177 (0.04591)			
$\sigma_{t-1}^2$	0.451949 (0.07613)	0.592003 (0.05928)			
$d_{t-1} \varepsilon_{t-1}^2$		-0.150374 (0.03428)			
<b>PERSISTÊNCIA</b>	0.751181	0.750829			

Fonte: Dados da pesquisa.

Notas: 1. Valores do erro padrão entre parênteses, calculado ao nível de significância de 0,05.

2. \* denota o melhor modelo segundo o critério em questão.

Dentre os dois melhores modelos reportados para o índice LLSC, seguindo as estatísticas para a qualidade do ajuste, sugere a utilização do modelo TARCH (4,1). Para o modelo GARCH (4,1) somente o parâmetro ARCH com  $p = 1$  apresentou como não significativo. No modelo TARCH (4,1) os parâmetros ARCH  $p = 2$  e  $p = 3$  não apresentaram significância ao nível de 5%. Para o parâmetro de persistência da volatilidade do modelo escolhido de acordo com os critérios de qualidade de ajuste foi de 0,750829.

TABELA 16 - Resultados da estimação dos modelos e medidas da qualidade do ajuste RLLCC.

Estimativas			Qualidade de Ajuste		
Especificação			Indicadores	GARCH (4,1)	TARCH (4,2)
<b>Média</b>	<b>AR</b>	<b>AR</b>	ERRO PADRÃO	0.0450	0.0450
AR(2)	-0.090077 (0.02891)		CIS	3.4837	3.2149*
AR(3)		0.040084 (0.02666)	Ln (L)	-1366.6	-1251.0*
<b>Variância</b>	<b>GARCH (4,1)</b>	<b>TARCH (4,2)</b>	AIC	3.4427	3.1620*
$\alpha_0$	0.405049 (0.08366)	0.106869 (0.02666)			
$\varepsilon_{t-1}^2$	0.000550 (0.02553)	0.129176 (0.04064)			
$\varepsilon_{t-2}^2$	-0.028861 (0.01939)	-0.028156 (0.02720)			
$\varepsilon_{t-3}^2$	0.050952 (0.02828)	-0.029694 (0.01543)			
$\varepsilon_{t-4}^2$	0.246118 (0.04519)	0.154687 (0.02943)			
$\sigma_{t-1}^2$	0.476721 (0.07950)	0.530665 (0.14610)			
$\sigma_{t-2}^2$		0.272059 (0.12885)			
$d_{t-1} \varepsilon_{t-1}^2$		-0.198234 (0.03253)			
<b>PERSISTÊNCIA</b>	0.673808	0.830503			

Fonte: Dados da pesquisa.

Notas: 1. Valores do erro padrão entre parênteses, calculado ao nível de significância de 0,05.

2. \* denota o melhor modelo segundo o critério em questão.

Para os parâmetros do modelo TARCH (4,2) os coeficientes do ARCH de ordem  $p = 2$  e  $p = 3$ , foram não significativos. No modelo GARCH (4,1) os coeficientes ARCH com  $p = 1, 2$  e  $3$  não foram significativos a 5%. Embora

ambos captem o comportamento da serie RLLCC, de acordo com os critérios de ajustes utilizados, sugere-se a utilização do modelo TARCH (4,2). O parâmetro de persistência da volatilidade para o modelo sugerido foi de 0,830503.

TABELA 17 - Resultados da estimação dos modelos e medidas da qualidade do ajuste RLEXP.

Estimativas			Qualidade de Ajuste		
Especificação			Indicadores	GARCH (1,1)	TARCH (1,1)
<b>Média</b>	<b>AR</b>	<b>AR</b>	ERRO PADRÃO	0.0289	0.0289
AR(1)	0.318528 (0.03617)	0.317044 (0.03617)	CIS	2.197*	2.2010
AR(4)	0.130622 (0.03318)	0.130781 (0.03397)	Ln (L)	-844.7	-842.7*
AR(5)	-0.058831 (0.03502)	-0.054289 (0.03492)	AIC	2.1563	2.1537*
AR(10)	0.078368 (0.03153)	0.075715 (0.03119)			
<b>Variância</b>	<b>GARCH (1,1)</b>	<b>TARCH (1,1)</b>			
$\alpha_0$	0.006782 (0.00206)	0.007640 (0.00200)			
$\varepsilon_{t-1}^2$	0.045241 (0.00769)	0.058226 (0.01054)			
$\sigma_{t-1}^2$	0.943804 (0.00852)	0.945676 (0.01503)			
$\sigma_{t-2}^2$		-0.034739 (0.00775)			
<b>PERSISTÊNCIA</b>	0.989045	0.976803			

Fonte: Dados da pesquisa.

Notas: 1. Valores do erro padrão entre parênteses, calculado ao nível de significância de 0,05.

2. \* denota o melhor modelo segundo o critério em questão.

Entre os dois modelos apresentados para o RLEXP, o de melhor desempenho segundo os critérios de qualidade de ajuste adotados foi o TARCH

(1,1). Os parâmetros para equação da variância de ambos os modelos são todos significativos a 5%. A persistência da volatilidade para o modelo escolhido de acordo com os critérios de qualidade de ajuste foi de 0,976803.

TABELA 18 - Resultados da estimação dos modelos e medidas da qualidade do ajuste RFLSC.

Estimativas			Qualidade de Ajuste		
Especificação			Indicadores	GARCH (4,1)	TARCH (4,1)
<b>Média</b>	<b>AR</b>	<b>AR</b>	ERRO PADRÃO	0.0513	0.0513
AR(2)	-0.095418 (0.02240)	-0.078514 (0.03096)	CIS	3.4656	3.4582*
<b>Variância</b>	<b>GARCH (4,1)</b>	<b>TARCH (4,1)</b>	Ln (L)	-1359.4	-1353.1*
$\alpha_0$	0.590843 (0.11232)	0.313175 (0.07066)	AIC	3.4245	3.4113*
$\varepsilon_{t-1}^2$	0.024994 (0.02520)	0.095093 (0.03122)			
$\varepsilon_{t-2}^2$	-0.040075 (0.01953)	-0.037371 (0.02349)			
$\varepsilon_{t-3}^2$	0.060788 (0.02716)	0.042762 (0.02774)			
$\varepsilon_{t-4}^2$	0.232120 (0.04949)	0.177819 (0.04376)			
$\sigma_{t-1}^2$	0.422224 (0.08271)	0.636669 (0.05951)			
$d_{t-1} \varepsilon_{t-1}^2$		-0.151241 (0.03281)			
<b>PERSISTÊNCIA</b>	0.700051	0.763731			

Fonte: Dados da pesquisa.

Notas: 1. Valores do erro padrão entre parênteses, calculado ao nível de significância de 0,05.

2. \* denota o melhor modelo segundo o critério em questão.



Dos modelos propostos o TARCH (4,1) apresentou parâmetros não significativos o ARCH  $p = 2$  e  $p = 3$  e o GARCH (4,1) com o  $p = 1$ . Para o retorno do índice FLSC o melhor modelo foi o TARCH (4,1) que apresentou os melhores valores para as estatísticas utilizadas na mensuração da qualidade de ajuste. A persistência da volatilidade para o modelo escolhido de acordo com os critérios de qualidade de ajuste foi de 0,763731.

TABELA 19 - Resultados da estimação dos modelos e medidas da qualidade do ajuste RFLCC.

Especificação	Estimativas		Qualidade de Ajuste		
			Indicadores	GARCH (4,1)	TARCH (4,1)
<b>Média</b>	<b>AR</b>	<b>AR</b>	ERRO PADRÃO	0.0449	0.0449
AR(2)	-0.081405 (0.02588)	-0.061823 (0.03295)	CIS	3.2211	3.2100*
<b>Variância</b>	<b>GARCH (4,1)</b>	<b>TARCH (4,1)</b>	Ln (L)	-1261.8	-1254.0*
$\alpha_0$	0.414920 (0.08623)	0.132642 (0.03841)	AIC	3.1800	3.1630*
$\varepsilon_{t-1}^2$	0.000937 (0.02567)	0.078576 (0.03104)			
$\varepsilon_{t-2}^2$	-0.030207 (0.02064)	-0.009232 (0.02850)			
$\varepsilon_{t-3}^2$	0.044963 (0.02725)	0.004360 (0.02703)			
$\varepsilon_{t-4}^2$	0.239536 (0.04404)	0.130165 (0.03337)			
$\sigma_{t-1}^2$	0.481681 (0.08000)	0.783208 (0.04243)			
$d_{t-1} \varepsilon_{t-1}^2$		-0.152519 (0.02972)			
<b>PERSISTÊNCIA</b>	0.73691	0.834558			

Fonte: Dados da pesquisa.

Notas: 1. Valores do erro padrão entre parênteses, calculado ao nível de significância de 0,05.

2. \* denota o melhor modelo segundo o critério em questão.

Para o RFLCC o melhor modelo dentre os dois reportados foi o TARCH (4,1) segundo os critérios de qualidade adotados. Os coeficientes do modelo TARCH (4,1) foram todos significativos, exceto o parâmetro ARCH  $p = 2$  e  $p = 3$  e o modelo GARCH (4.1) apresentou 3 coeficientes não significativos, ARCH = 1, 2 e 3. A persistência da volatilidade para o modelo sugerido foi de 0.834558.

TABELA 20 - Resultados da estimação dos modelos e medidas da qualidade do ajuste RFEXP.

Estimativas			Qualidade de Ajuste		
Especificação			Indicadores	GARCH (1,1)	TARCH (1,1)
<b>Média</b>	<b>AR</b>	<b>AR</b>	ERRO PADRÃO	0.0296	0.0296
AR(1)	0.323396 (0.03605)	0.321689 (0.03598)	CIS	2.238*	2.2421
AR(4)	0.125478 (0.03333)	0.125772 (0.03411)	Ln (L)	-861.0	-858.9*
AR(5)	-0.066850 (0.03524)	-0.062235 (0.03528)	AIC	2.1975	2.1947*
AR(10)	0.072480 (0.03175)	0.069105 (0.03128)			
<b>Variância</b>	<b>GARCH (1,1)</b>	<b>TARCH (1,1)</b>			
$\alpha_0$	0.006678 (0.00188)	0.007511 (0.00180)			
$\varepsilon_{t-1}^2$	0.044850 (0.00708)	0.057615 (0.00987)			
$\sigma_{t-1}^2$	0.944963 (0.00744)	0.947132 (0.00667)			
$d_{t-1} \varepsilon_{t-1}^2$		-0.034602 (0.01453)			
<b>PERSISTÊNCIA</b>	0.989813	0.970145			

Fonte: Dados da pesquisa.

Notas: 1. Valores do erro padrão entre parênteses, calculado ao nível de significância de 0,05.

2. \* denota o melhor modelo segundo o critério em questão.

O retorno do índice FEXP teve como melhor modelo o TARCH (1,1), que apresentou melhor desempenho na estatística Ln (L) e AIC. Em ambos modelos apresentados tiveram todos os coeficientes de parâmetros significativos. A persistência da volatilidade para o modelo sugerido foi de 0.970145.

O coeficiente do termo  $d_{t-1} \varepsilon_{t-1}^2$  no modelo TARCH, explicitado para os modelos do retorno dos índices SCC, LLSC, LLCC, LEXP, FLSC, FLCC e FEXP, evidenciou a existência de choques assimétricos na volatilidade dos retornos diários do índice, visto ter-se demonstrado significativamente diferente de zero.

Para facilitar a visualização, a Tabela 21 traz o modelo que melhor se ajustou à volatilidade da série de retornos dos índices.

TABELA 21 - Melhores modelos ajustados aos índices.

<b>Índice</b>	<b>Modelo</b>
<b>RSSC</b>	GARCH (1,2)
<b>RSCC</b>	TARCH (1,1)
<b>RLSC</b>	TARCH (4,1)
<b>RLCC</b>	TARCH (4,2)
<b>RLEXP</b>	TARCH (1,1)
<b>RFLSC</b>	TARCH (4,1)
<b>RFLCC</b>	TARCH (4,1)
<b>RFEXP</b>	TARCH (1,1)

Fonte: dados da pesquisa.

Tendo em vista a realização das modelagens na variância da série dos retornos dos índices, reaplicou-se o teste do tipo Multiplicador de Lagrange, o qual está disposto na Tabela 22, a fim de avaliar o ajustamento da variância condicional da série de retorno dos mesmos ao modelo que apresentou o melhor desempenho.

TABELA 22 – Teste de Heterocedasticidade para os resíduos do modelo selecionados para índices.

Resíduos do modelo ajustado para a média dos retornos								
L a g	p-valor	p-valor	p-valor	p-valor	p-valor	p-valor	p-valor	p-valor
	RSSC	RSCC	RLLSC	RLLCC	RLEXP	RFLSC	RFLCC	RFEXP
	GARCH	TARCH	TARCH	TARCH	TARC	TARC	TARC	TARC
	(1,2)	(1,1)	(4,1)	(4,2)	H (1,1)	H (4,1)	H (4,1)	H (1,1)
5	0.634	0.379	0.985	0.493	0.808	0.963	0.520	0.832
10	0.730	0.649	0.903	0.468	0.549	0.862	0.506	0.578
15	0.914	0.876	0.905	0.658	0.550	0.855	0.668	0.546
20	0.969	0.956	0.774	0.517	0.687	0.760	0.554	0.664

Fonte: Dados da pesquisa.

Os p-valores apresentados pelo teste do tipo Multiplicador de Lagrange demonstram que o ajustamento para a variância condicional foi satisfatório para as séries dos retornos dos índices. Dessa forma, rejeita-se a hipótese de existência de heterocedasticidade nos resíduos dos retornos após o ajustamento do modelo da família ARCH.

Para avaliar a capacidade preditiva, foram utilizados os critérios do Erro Absoluto Médio (EAM), da Raiz do Erro Quadrático Médio (REQM) e da estatística de Theil-U. Os resultados desse teste para os modelos de volatilidade citados acima estão apresentados nas tabelas 23 e 24.

TABELA 23 – Resultados dos critérios EAM e REQM para dados dentro da amostra (801 observações) e para dados fora da amostra (30 observações).

	RSSC	RSCC	RLLSC	RLLCC	RLEXP	RFLSC	RFLCC	RFEXP
	GARCH	TARCH	TARCH	TARCH	TARCH	TARCH	TARCH	TARCH
	(1,2)	(1,1)	(4,1)	(4,2)	(1,1)	(4,1)	(4,1)	(1,1)
E A M	0.386	0.373	1.036	0,906	0.562	1.022	0.904	0.572
R E Q M	0.525	0.506	1.470	1.275	0.761	1.447	1.269	0.779
	RSSC	RSCC	RLLSC	RLLCC	RLEXP	RFLSC	RFLCC	RFEXP
	GARCH	TARCH	TARCH	TARCH	TARCH	TARCH	TARCH	TARCH
	(1,2)	(1,1)	(4,1)	(4,2)	(1,1)	(4,1)	(4,1)	(1,1)
E A M	0.444	0.412	1.301	1.174	0.498	1.303	1.188	0.473
R E Q M	0.570	0.531	1.695	1.551	0.634	1.695	1.554	0.606

Fonte: Dados da pesquisa.

Analisando os resultados da Tabela 23, para a maioria dos modelos propostos a seus referentes índices, o melhor desempenho da capacidade preditiva, segundo os critérios de EAM e REQM, foram para os dados dentro da amostra utilizada para construção do modelo. As exceções foram para o RLEXP com TARCH (1,1) e RFEXP com TARCH (1,1), onde o melhor desempenho para a capacidade preditiva foi fora da amostra.

TABELA 24 – Resultados da estatística U-Theil para dados dentro da amostra (801 observações) e para dados fora da amostra (30 observações).

	RSSC	RSCC	RLLSC	RLLCC	RLEXP	RFLSC	RFLCC	RFEXP
	GARCH	TARCH	TARCH	TARCH	TARCH	TARCH	TARCH	TARCH
	(1,2)	(1,1)	(4,1)	(4,2)	(1,1)	(4,1)	(4,1)	(1,1)
U-Theil	0.633	0.647	0.923	0.960	0.682	0.923	0.939	0.684
Bias	0.001	0.001	0.003	0.002	0.000	0.003	0.003	0.000
Var	0.403	0.427	0.851	0.921	0.463	0.853	0.883	0.476
Cov	0.594	0.570	0.145	0.075	0.522	0.142	0.113	0.522
	RSSC	RSCC	RLLSC	RLLCC	RLEXP	RFLSC	RFLCC	RFEXP
	GARCH	TARCH	TARCH	TARCH	TARCH	TARCH	TARCH	TARCH
	(1,2)	(1,1)	(4,1)	(4,2)	(1,1)	(4,1)	(4,1)	(1,1)
U-Theil	0.824	0.845	0.916	0.964	0.852	0.917	0.933	0.848
Bias	0.001	0.001	0.050	0.032	0.000	0.051	0.045	0.000
Var	0.446	0.463	0.815	0.875	0.288	0.816	0.850	0.288
Cov	0.552	0.534	0.134	0.090	0.711	0.132	0.104	0.710

Fonte: Dados da pesquisa.

A partir do critério U-Theil, apresentado na Tabela 24 para avaliar a acurácia dos modelos com relação à previsão, observou-se que todos os modelos propostos podem ser utilizados na previsão de seus respectivos índices, isto porque em todos os casos obteve-se uma estatística U-Theil inferior a 1.

Para os modelos de previsão do RSSC, RSCC, RLLCC, RLEXP e RFEXP apresentaram os valores de U-Theil menores para dentro da amostra em relação aos valores para fora da amostra, o que demonstra um comportamento mais eficiente.

## 5 CONCLUSÃO

De modo geral, todas as metodologias utilizadas para a construção dos índices mostraram ser aplicável, de forma que todos os agentes interessados em desenvolvê-los e utilizá-los como ferramenta de tomada de decisão, terão plena condição de replicá-los e obter as informações que acharem necessárias, sendo que o grande entrave na sua fabricação é a obtenção e padronização dos dados e posteriormente a aceitação no mercado.

O teste F reforça esta conclusão, pois no conjunto das médias do  $R^2$  das commodities no mercado físico e no mercado futuro foram estatisticamente iguais.

No que se diz respeito ao desempenho dos índices, observou-se uma heterogeneidade nos resultados, indicando que a escolha do índice a ser utilizado se dará de acordo com as necessidades de cada agente nas commodities utilizadas, fato este que, na prática, torna-se difícil de ocorrer, pois se lançados todos os índices no mercado, na tentativa de atender a todos os agentes de forma específica, com certeza o volume de negócios seria diluído entre os índices impactando no problema de liquidez.

Para evitar o problema de liquidez mencionado acima, sugere-se a adoção de um único índice, que atenda às necessidades dos agentes de forma genérica. Nesse sentido, baseando-se nas análises de desempenho via o coeficiente de determinação ( $R^2$ ), o índice sugerido é o Simples Com Câmbio (SCC).

Esta sugestão se deve ao fato de que o SCC juntamente com o SSC ter apresentado o melhor desempenho para o conjunto das commodities no mercado físico, mas o SCC foi o que apresentou melhor desempenho para o mercado futuro e também teve um desempenho superior para um maior número de

commodities de forma individual. Uma outra vantagem deste índice SCC é a facilidade na operacionalização das variáveis, por não necessitar de ponderações.

A utilização do CRB como benchmark, mostrou-se útil, uma vez que forneceu indícios da possibilidade de uso dos índices aqui propostos, devido aos valores encontrados de eficiência entre ele e as commodities agrícolas que o compõem serem inferiores à maioria dos valores encontrados para os índices propostos e suas commodities.

A viabilidade do desenvolvimento de um contrato do índice agrícola para ser negociado no mercado derivativo é real. Justificado pelo crescimento dos negócios, envolvendo os ativos agrícolas no mercado derivativo, bem como pela necessidade dos agentes em terem nesse índice uma ferramenta de análise de risco e retorno, possibilidades de hedge e de diversificação dos investimentos, como acontece nos Estados Unidos com o índice CRB.

Para os agentes do mercado é fundamental a utilização de ferramentas que possibilitem, mesmo de forma não totalmente perfeita, a previsão do comportamento futuro dos ativos no qual ele utiliza, pois isto possibilita uma gestão ativa de risco mais sólida. Neste sentido os modelos aqui propostos tornam-se úteis.

Em relação aos modelos de previsão feitos para os índices desenvolvidos, os modelos da família ARCH mostraram, mais uma vez, um bom desempenho em captar o comportamento das séries dos retornos criados, confirmando a teoria de que estes modelos são os mais indicados para as séries financeiras por apresentarem fatos estilizados e apresentando boa capacidade preditiva, assim, esses poderão ser utilizados caso os índices propostos sejam aceitos e futuramente trabalhados pelo mercado.

Como sugestão para trabalhos futuros, indica-se a utilização de metodologias de simulação para fortalecer os indícios de que os índices propostos podem ser utilizados como alternativas de investimentos e hedge.



Testar a composição de carteiras de investimentos, utilizando o índice juntamente com outros ativos financeiros e derivativos, de forma que este possa vir a diminuir os riscos e ou aumentar o retorno.

Propor o desenvolvimento de um contrato futuro para o índice agrícola, em que este terá detalhes referentes ao ativo, do porte do contrato, da data, da cotação de preços, dos limites de oscilação diária de preços e dos limites de posição entre outras variáveis, buscando assim torná-lo viável, para que seja utilizado como investimento e, também, a possibilidade de se fazer os diversos tipos de hedge, principalmente o Cross Hedge para as commodities que possuem baixa liquidez de negociação na BM&F.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRIANUAL 2006: anuário da agricultura brasileira. São Paulo: iFNP, 2006. 632 p.

AGUIAR, D. R. D. Mercados futuros como instrumentos de comercialização agrícola no Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 37., 1999, Foz do Iguaçu - PR. **Anais ...** Foz do Iguaçu - PR: SOBER, 1999. 46-57p.

ALBUQUERQUE, J. R. **Previsibilidade de retorno de ações no mercado brasileiro**. 2003. 57 p. Dissertação (Mestrado em Economia) – Universidade de Brasília, Brasília.

ANDERSON, D. R.; SWEENEY, T. A.; WILLIAMS, T. A. **Estatística aplicada a administração e economia**. 2. ed. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2002, 642 p.

ANTUNES, M. A.; PROCIANOY, J. L. Efeitos das decisões de investimento das empresas sobre os preços de suas ações no mercado de capitais. **Revista de Administração**, São Paulo, v. 38, n. 1, p. 5-14, jan./mar. 2003.

ANUALPEC 2005: anuário da pecuária brasileira. São Paulo: iFNP, 2005. 542 p.

ARBEX, M. A.; CARVALHO, V. D. Eficiência do mercado futuro de café brasileiro no período de 1992 a 1998. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, v. 37, n. 1, p. 97-113, jan./mar. 1999.

ARAÚJO, D. L.; BRESSAN, A. A.; BERTUCCI, L. A. Análise do risco de mercado do agronegócio brasileiro: um estudo comparativo entre os modelos CAPM e GARCH-M. In: ENCONTRO NACIONAL DOS PROGRAMAS DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO. 28., 2004, Curitiba. **Anais...** Curitiba: ANPAD, 2004. 1 CD-ROM.

ARAÚJO, N. B.; WEDEKIN, I.; PINAZA, L. A. **Complexo agroindustrial: o agribusiness brasileiro**. São Paulo: Agrocere, 1990. 208 p.

ASSAF NETO, A. **Mercado financeiro**. São Paulo: 4. ed. Atlas, 2001.

BANK OF ENGLAND. **Quarterly Bulletin**, London, v. 39, n. 2, p. 136, 1999.

BARROS, G. S. de C.; SPOLADOR, H. F. S.; PONCHIO, L. A. A taxa de CPR de café – modelo empírico envolvendo a taxa de juros e o cupom cambial. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL. 40., 2002, Passo Fundo. **Anais ...** Passo Fundo: SOBER, 2002. 1 CD-ROM.

BLACK, F. The pricing of commodity contracts. **Journal of Financial Economics**, Calgary, v. 7, n. 3, p. 167-179, mar., 1976.

BLACK, D. G. Success and failure of futures contracts: theory and empirical evidence. **Journal of Risk and Insurance**, Malverny, v. 63, n. 5, set., 1986.

BOLSA DE MERCADORIAS & FUTUROS – BM&F. **Informações e coleta de dados**. São Paulo: Disponível em: <<http://www.bmf.com.br>>. Acesso em: 10 mar. 2005.

BODIE, Z.; KANE, A.; MARCUS, A. J. **Fundamentos de investimentos**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2000. 632 p.

BODIE, Z.; ROSANKY, V. I. Risk and return in commodity futures. In: PECK, A. E. (Ed). **Select writings on future markets: research directions in commodity markets, 1970-1980**. Chicago: Chicago Board of, 1984. Section 2, cap. 5, p. 159-176.

BOLLERSLEV, T. Generalized autoregressive conditional heteroskedasticity. **Journal of Econometric**. v. 31, p. 307-327, abr., 1986.

BOLLERSLEV, T.; WOOLDRIDGE, J. M. Quasi-maximum likelihood estimation and inference in dynamic models with time-varying covariances. **Econometric Reviews**. v. 11, n. 2, p. 143-172, 1992.

BOLLERSLEV, T.; ENGLE, R. F.; NELSON, D. B. ARCH models. In: R.F. Engle and D.L. McFadden. **Handbook of econometrics**. New York: Elsevier Science B. B., 1994. v. 4.

BOX, G. E. P.; JENKINS, G. M. **Time series analysis: forecasting e control**. First Edition. New Jersey, Prentice Hall, 1976.

BRIGHAM, E. F. **Fundamentos da moderna administração financeira**. Rio de Janeiro: Campus, 1999. 528 p.

BROOKS, C. **Introductory econometrics for finance**. Cambridge: Cambridge Press, 2002. 701 p.

BURNQUIST, H. L.; MIRANDA, S. H. G. de. Desempenho recente das exportações brasileiras de açúcar: uma abordagem de “market-share” constante. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, v. 37, n. 3, p. 69-90, jul./set. 1999.

CASTRO JUNIOR, L. G. de; PERES, F. C.; DIAS, C. T. dos S. Modelo de decisão na maximização de riscos de preço de café. **Preços Agrícolas**, Piracicaba, v. 11, n. 133, p. 7-16, nov. 1997.

CHICAGO BOARD OF TRADE – CBOT. **Coleta de dados**. Chicago: 2005. Disponível em: <<http://www.cbot.com>>. Acesso em: 16 out. 2005.

CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA – CEPEA - **Coleta de dados**. Piracicaba, 2005. Disponível em: <<http://www.cepea.esalq.usp.br>>. Acesso em: 10 mar. 2005.

CHARNET, R; LUNA, C.A.; BONVINO, H.; CHARNET, E. M. R. Análise de modelos de regressão linear com aplicações. Campinas: UNICAMP, 1999. 356 p.

CHESNEY, M.; EID JÚNIOR, W. Options listing and the volatility of the underlying asset: a study on the derivative market function. **Revista de Administração de Empresas**, São Paulo, v. 36, n. 1, p. 28-32, 1996.

CHICAGO MERCANTILE EXCHANGE – CME. **Coleta de dados**. Chicago: 2005. Disponível em: <<http://www.cme.com>>. Acesso em: 16 out. 2005.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. **Dados sobre a participação do agronegócio na economia brasileira**. Brasília: 2005. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 16 mar. 2005.

DAMODARAN, A. **Avaliação de investimentos: ferramentas e técnicas para a determinação do valor de qualquer ativo**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1997. 630 p.

DIEWERT, W. E. Index numbers. In: EATWELL, M. M.; NEWMAN, J. (Ed.). **The new Palgrave: a dictionary of Economics**. London, Macmillan, 1987. p. 767-780.

DUSAK, K. Futures trading and investor returns: an investigation of commodity market risks premiums. **Journal of Political Economy**, Chicago, v. 81, n. 6, p. 1387-1406, 1973.

ELTON, E. J.; GRUBER, M. J.; RENTZLER, J. C. Professionally managed, publicly traded commodity funds. **Journal of Business**, Chicago, v. 60, n. 2 p. 175-99, 1987.

ENGLE, R. F. Autoregressive conditional heteroskedasticity with estimates of the variance of U. K. inflation. **Econometrica**, Oxford, v. 50, p. 987-1008, 1982.

ENGLE, R. F. The use of ARCH/GARCH models in applied. econometrics, **Journal of Economic Perspectives**. v. 15, n. 4, p. 157-168, 2001.

ERHARDT, M. C.; TUCKER, A. L. Pricing CRB futures contract. **Journal of Financial Research**. v. 15, p. 7-14, 1990.

FAMA, E. F.; FRENCH, K. R. Commodity futures prices: some evidence on forecast power, premiums and the theory of storage. **Journal of Business**, Chicago, v. 60, n. 1, p. 55-73, 1987.

FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS – FGV. **Coleta de dados**. São Paulo: 2005. Disponível em: <<http://www.fgv.br>>. Acesso em: 10 mar. 2005.

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

FISHER, I. **The making of index numbers: a study of their varieties, tests and reliability**. Boston, Houghton Mifflin Co., 1927.

FISHER, W. C. The tabular standart in Massachusetts history. **Quarterly Journal of Economics**, Harvard, v. 27, p. 417-54, 1913.

FURLONG, F.; INGENITO, R. Commodity prices and inflation. **Economic Review**, São Francisco, n. 2, p. 27-48, 1996.

FURTUOSO, M. C. O.; GUILHOTO, J. J. M. PIB do agronegócio brasileiro aponta estagnação do setor em 2000. **Revista Preços Agrícolas**, Piracicaba, p. 6, mar/abr. 2001.

GARNER, A. C. How useful are leading indicators of inflation? **Economic Review**, Kansas City, n. 2, p. 2-19, 1995.

GHOSH, A. Cointegration and error correction models: intertemporal causality between index and future prices. **The Journal of Futures Market**, New York, v. 13, n 2. p. 193-198, 1993.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 1996. 159 p.

GITMAM, L. J. **Princípios de administração financeira**. 7. ed. São Paulo: Harbra, 1997. 841 p.

GOMES, F. C. Os modelos arima e a abordagem de Box-Jenkins: uma aplicação na previsão do IBOVESPA a curtíssimo prazo. **Revista de Administração de Empresas**, São Paulo, v. 29, n. 2, 63-70 p., 1989.

GRAY, R. W. The search for a risk premium. **Journal of Political Economy**, Chicago, v. 69, n. 3, p. 250-60, 1961.

GRAY, G. D.; KIM, T. H. An investigation into seasonality in the futures market. **The Journal of Futures Markets**, New York, v. 7, n. 2, 169-181, 1987.

GUJARATI, D. N. **Econometria básica**. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2000. 846 p.

HARRISON, P. J., STEVENS, C. F. Bayesian Forecasting. **Journal of the Royal Statistical Society**, series B, v. 38, n. 3, p. 81-135, 1976.

HARTZMARK, M. L. Returns to individual traders of futures: aggregate results. **Journal of Political Economy**, Chicago, v. 95, n. 6, p. 1292-1306, dec. 1987.

HERTZ, D. Risk analysis in capital investments. **Harvard Business Review**, Harvard, v. 42, n. 1, p. 95-106, jan./feb. 1964.

HOFFMANN, R. **Estatística para economistas**. 2. Ed. São Paulo: Pioneira, 1991, 426p.

HULL, J. **Introdução aos mercados futuros e de opções**. 2. ed. São Paulo: Bolsa de Mercadorias e Futuros/Cultura Editores Associados, 1996. 448 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Dados sobre a participação do agronegócio na economia brasileira**. Rio de Janeiro: 2005. Disponível em: <<http://www.ibge.com.br>>. Acesso em: 15 mar., 2005.

INSTITUTO DE PESQUISA E ECONOMIA APLICADA, IPEA. **Dados sobre a participação do agronegócio sobre na economia brasileira**. Brasília: 2005. Disponível em: <<http://www.ipea.gov.br>>. Acesso em: 16 Março. 2005.

JARQUE, C; BERA, A. A test for normality of observations and regression residual. **International Statistical Review**, v. 55, p. 163-172, 1987.

JENSEN, G. R.; JOHNSON, R. R.; MERCER, J. M. Efficient use of commodity futures in diversified portfolios. **The Journal of Futures Markets**, New York, v. 20, n. 5, p. 489-506May 2000.

JOHNSON, L. L. The theory of hedging and speculation in commodity futures markets. **The Review of Economics Studies**, Cambridge, v. 27, n. 2, p. 139-151, June, 1960.

JORION, P. **Value at risk: a nova fonte de referência para o controle do risco de mercado**. São Paulo: Bolsa de Mercadorias & Futuros, 1998. 305 p.

KAHL, K. H.; HUDSON, M. A. Cash settlement issues for live cattle futures contracts. **The Journal of Futures Markets**, New York, n. 9, p. 237-248, 1989.



KEIM, D.; STAMBAUGH, R. Predicting returns in stock and bond markets. **Journal of Financial Economics**, v. 17, p. 357-390, 1986.

KMENTA, J. **Elementos de econometria**: teoria econométrica básica. 2 ed. São Paulo: Atlas, 1990. v. 2, 424 p.

KOLB, R. W. Is normal backwardation normal. **The Journal of Futures Market**, New York, v. 12, p. 75-91, 1992.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. de A. **Metodologia do trabalho científico**. 3 ed. São Paulo, Atlas, 1991. 214 p.

LAMOUNIER, W. M. **Comportamento dos preços no mercado spot de café no Brasil**: análise nos domínios do tempo e da frequência. São Paulo: Bolsa de Mercadorias & Futuros, 2002.

LAZZARINI, S. G. **Inovação e organização de bolsas de futuros**: teoria e evidências no agribusines brasileiro. 1997. 216 p. Dissertação (Mestrado em Administração) – Universidade de São Paulo, São Paulo.

LEITE, H. de P.; SANVICENTE, A. Z. **Índice Bovespa**: um padrão para os investimentos brasileiros. São Paulo: Atlas, 1994.

LEE, C. F.; LEUTHOLD, R. M.; CORDIER, J. E. The stock market and the commodity futures market: diversification and arbitrage potential. **Financial Analysts Journal**, p. 53-60, July/Aug. 1985.

LIMA, M. F.; CAMPOS, R. T. Análise da distribuição dos recursos do sistema nacional de crédito rural. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL. 40., 2002, Passo Fundo. **Anais ...** Passo Fundo: SOBER, 2002. 1 CD-ROM.

LIMA, I. S. **Contabilidade e controle de operações em derivativos**. São Paulo: Pioneira, 1999. 141 p.

LINTZ, A. C.; RENYI, L. Estudo do comportamento de capital de terceiros frente a situações de risco – uma análise através da teoria das expectativas. In: ENCONTRO NACIONAL DOS PROGRAMAS DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO. 22, 1998, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu: ANPAD, 1998. 1 CD-ROM.

LINTNER, J. The potential role of managed commodity-financial futures accounts in portfolio of stocks and bonds. In: PETERS, C.; WARWICK, B. (Ed) **The handbook of managed futures: performance, evaluation and analysis.** Irwin Professional Publishing, 1997. Part one, chapter 5, p. 99-138.

LIU, S. **Market efficiency and the microstructure of grain futures markets implied by return series of various time intervals (future markets).** 1990 Tese (Doutorado em Economia) - University of Illinois at Urbana-Champaign, Urbana-Champaign.

MALUF FILHO, J. A. **Modelo integrado de gestão de riscos de mercado de ativos derivativos em instituições financeiras.** 1996. Tese (Doutorado em Administração) – Universidade Estadual Paulista, São Paulo.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA PECUÁRIA E ABASTECIMENTO – MAPA. **Coleta de dados.** Brasília: 2005. Disponível em: <<http://www.www.agricultura.gov.br>>. Acesso em: 11 mar.. 2005.

MASSUQUETTI, A. O sistema nacional de crédito rural visto segundo a categoria de “modernização conservadora”, de Barrington Moore. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL. 40., 2002, Passo Fundo. **Anais ...** Passo Fundo: SOBER, 2002.

MARSHALL, A. **Industry and trade: a study of industrial technique and business organization: and of their Influences on the conditions of various classes and nations.** 4. ed., 1923

MARKOWITZ, H. “Portfolio selection.” **The Journal of Finance**, New York, v. 7, n. 1, p. 79-91, Mar. 1952.

MARTITS, L. A. Avaliação do uso de derivativos agrícolas no Brasil: os fatores que determinam o sucesso ou fracasso dos contratos negociados na BM&F. 1998. 114 p. Dissertação (Mestrado em Administração) – Escola de Administração de Empresas, São Paulo, SP.

MATTOS, F. L. de **Utilização de contratos futuros agropecuários em carteiras de investimentos**: uma análise de viabilidade. 2000. 104 p. Dissertação (Mestrado em Economia Aplicada) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP.

MELLAGI FILHO, A. **Mercado financeiro e de capitais**. 2. ed., São Paulo: Atlas, 2003.

MELO, F. A. M. **Análise dos índices de preços e estimativas de seus vieses**. Rio de Janeiro, 1982. 132p. Dissertação (Mestrado em Administração) – Fundação Getúlio Vargas, Rio de Janeiro.

MENDES, A. N. G.; GUIMARÃES, R. J. **Economia cafeeira**: o agribusiness. Lavras: UFLA/FAEPE, 1997.

MILONAS, N. T. Measuring seasonalities in commodity markets and the half-month effect. **The Journal of Futures Markets**, New York, v. 11, n. 3. p. 331-345, June, 1991.

MÓL, A. L. R. **Value at risk como medida de risco da volatilidade dos ajustes diários em mercados futuros de café**. 2003. 102 p. Dissertação (Mestrado em Administração) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

MORETTIN, P. A.; TOLOI, C. M. C. **Análise de séries temporais**. São Paulo: Edgard Blucher, 2004.

NELSON, D. B. Conditional heteroskedasticity in asset returns: a new approach. **Econometrica**, v. 59, n. 2, p. 347-370, 1991.

NOGUEIRA NETTO, V.; MUSTEFAGA, P. S. Bovinocultura de corte: investimentos e perspectivas. In.: **Investimentos privado, público e mercado de commodities**. Viçosa: UFV/DER, 2000. 316 p.

NOGUEIRA, F. T. P.; AGUIAR, D. R. D. de; LIMA, J. E. de. Efetividade do hedge no mercado brasileiro de café arábica. **Artigos Técnicos de Derivativos Agropecuários**, São Paulo, resenha BM&F nº 150, n. 3, jul/set, 2002. p. 78-88.

NUEVO, P. A. S. **A cédula do produto rural (CPR) como alternativa para financiamento da produção agropecuária**. 1996. 106 p. Dissertação (Mestrado em Economia Agrária) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba.

NEW YORK BOARD OF TRADE - NYBOT. **Coleta de dados**. New York: 2005. Disponível em: <<http://www.nybot.com>>. Acesso em: 16 out. 2005.

OLIVEIRA, L. H. de. **Uso estratégico da tecnologia de informação no agribusiness – modelo conceitual para gestão de estoque e custos de café por qualidade**. 1998. 141 p. Tese (Doutorado em Administração de Empresas), Fundação Getúlio Vargas, São Paulo.

OLIVEIRA, S. L. **Tratado de metodologia científica**: projetos de pesquisas, TGI, TCC, monografias, dissertações e teses. São Paulo: Pioneira, 1997. 320 p.

PARRÉ, J. L.; BACCHI, M. R. P. Previsão de preços de soja na região sudeste do Brasil com modelos de séries temporais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL. 35., 1997, Natal. **Anais ...** Natal: SOBER, 1997. 1 CD-ROM.

PHILIPREYDON B.; AÑAÑA, E. da S.; KLOEKNER, G. de O.; CORNÉLIO, F. N. M. A. Ativo terra agrícola em carteiras de investimentos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL. 40., 2004, Cuiabá. **Anais ...** Cuiabá: SOBER, 2004. 1 CD-ROM.

REIS, A. J. dos.; CARVALHO, F. A. P. **Comercialização agrícola no contexto agroindustrial**. Lavras: UFLA/FAEPE, 1999. 192 p.

ROCHELLE, T. C. P. **Relações de preço no mercado de algodão em pluma e desenvolvimento do mercado futuro de algodão no Brasil**. 2000. 163 p. Tese (Doutorado em Economia Agrária), Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba.

RODRIGUES, R. V.; GOMES, S. T. Análise produtiva e econômica da cadeia de milho no Brasil no período de 1990 a 2001. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL. 40., 2002, Passo Fundo. **Anais ...** Passo Fundo: SOBER, 2002. 1 CD-ROM.

ROSS, M. C.; WESTERFIELD, R. W.; JAFFE, J. F. **Administração financeira: corporate finance**. São Paulo: Atlas, 1995. 698 p.

SÁ, G. T. de. **Administração de investimentos: teoria de carteiras e gerenciamento do risco**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1999. 76 p.

SANTOS, J. A. G.; CARDOSO, C. E. L.; CALDAS, M. M. Análise da distribuição do crédito de custeio agrícola no Nordeste: o caso da mandioca. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 34., 1996, Brasília. **Anais ...**, 1996: Brasília, SOBER, 1996. 1 CD-ROM.

SAYAD, J. **Crédito rural no Brasil: avaliação das críticas e das propostas de reforma**. São Paulo: Pioneira, 1984.

SECURATO, J. R. **Decisões financeiras em condições de risco**. São Paulo: Atlas, 1993. 244 p.

SHARPE, W. F. Capital asset prices: a theory of market equilibrium under conditions of risk. **Journal of Finance**, v. 19, n. 3, p. 425-442, 1964.

SHIKIDA, P. F. A.; BACHA, C. J. C. Modernização da agroindústria canavieira no Brasil e as estratégias tecnológicas das firmas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 36., 1998, Brasília. **Anais ...** 1998: Brasília: SOBER, 1998. 1 CD-ROM.

SILBER, W. L. Innovation, competition and new contract design in futures markets. **The Journal of Futures Markets** New York, v. 1, p. 123-55, 1981.

SILVA NETO, L. A. **Derivativos: definições, emprego e risco**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 1999. 298 p.

SILVA, W. S. da. **Modelagem da volatilidade dos índices financeiros IBOVESPA, Dow Jones e Standard e Poors utilizando modelos da classe ARCH**. 2003. 92 p. Dissertação (Mestrado em Estatística) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

SOUZA, W. A. de. **O mercado futuro como instrumento de comercialização para o empresário rural**. 1994. 90 p. Dissertação (Mestrado em Administração Rural) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

STEIN, J. **The economics of future markets**. Oxford: Basil Blackwell, 1986.

STEVENSON, R.; BEAR, R. Commodity Futures: trends or random walks? **Journal of Finance**, v. 25, n. 3, p. 65-81, 1970.

STOCK, J.; WATSON, M. W. **Econometria**. São Paulo: Assison Wesley, 2004.

STOLF, L. C. **Commodities**. São Paulo: Plêiade, 1999. 411 p.

SWARAY, R. B. **Volatility primary commodity price: some evidence from agricultural exports in Sub-Saharan African**. 2002. Disponível em: <<http://ideas.repec.org/p/yor/yorken/02-06.html>>. Acesso em: 18 de out. 2005.

TEIXEIRA, E. A. **Análise da composição de *portfolio* em mercados futuros agropecuários**: uma abordagem risco e retorno. 2002. 91 p. Dissertação (Mestrado em Administração Rural) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

TEIXEIRA, M. A. **Mercados futuros: fundamentos e características operacionais**. São Paulo: Bolsa de Mercadorias & Futuros, 1992. 53p.

THROSTENSEN, V. H. **A teoria de eficiência no mercado de capitais**: uma revisão da literatura e dos trabalhos empíricos: o modelo de random walk aplicado ao índice de ações da Bovespa. 1976. 121 p. Dissertação (Mestrado em Administração) – Fundação Getúlio Vargas, São Paulo.

TRIOLA, M. F. **Introdução à estatística**. 7. ed. Rio de Janeiro: LTC, 1998. 410 p.

TSAY, R. S. **Analysis of financial time series**. Chicago: John Wiley & Sons, 2002. 448 p.

URBAN, M. L. P.; BESEN, G. M. V.; GONÇALVES, J. S.; SOUZA, S. A. M. Estado e produção têxtil: uma discussão de políticas públicas. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 25, n. 11, p. 37-67, nov. 1995.

VERGARA, S. C. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração**. São Paulo: Atlas, 1997. 90 p.

WALSH, C. M. **The measurement of general exchange value**. New York: The Mcmillan Company, 1901. 138 p.

WEISS, R. Mercado acionário brasileiro: proposta de novos índices para ampliar a abrangência e a capacidade de diagnóstico. **Revista do BNDES**, Rio de Janeiro, v.7, n. 14, dez. 2000.

WORKING, H. G. Futures trading and hedging. **American Economic Review**, v. 63, n. 3, p. 314-343, 1953.

ZAKOIAN, J. M. Threshold heteroskedasticity model. **Journal of Economic Dynamics and Control**, v. 18, p. 931-955, 1994.