

**Universidade de São Paulo  
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**

**Análise da relação entre contratos futuros agropecuários e mercado de  
ações com foco em períodos de crise**

**Mariangela Grola**

Dissertação apresentada para obtenção do título de  
Mestre em Ciências. Área de Concentração: Economia  
Aplicada

**Piracicaba  
2011**

**Mariangela Grola**  
**Bacharel em Ciências Econômicas**

**Análise da relação entre contratos futuros agropecuários e mercado de ações com foco em períodos de crise**

versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 5890 de 2010

Orientador:  
Prof. Dr. ROBERTO ARRUDA DE SOUZA LIMA

Dissertação apresentada para obtenção do título de Mestre em Ciências. Área de concentração: Economia Aplicada

**Piracicaba**  
**2011**

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
DIVISÃO DE BIBLIOTECA - ESALQ/USP**

Grola, Mariangela

Análise da relação entre contratos futuros agropecuários e mercado de ações com foco em períodos de crise / Mariangela Grola. - - versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 5890 de 2010. -- Piracicaba, 2011.

82 p. : il.

Dissertação (Mestrado) - - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2011.

1. Ações 2. Bolsa de Mercadorias 3. Crise financeira 4. Investimentos 5. Mercado futuro  
I. Título

CDD 332.645  
G875a

**"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor"**



## AGRADECIMENTOS

A minha família, especialmente aos meus pais Martin Grola e Ivete Rodrigues Grola pelo apoio incondicional em todos os momentos de minha vida.

A ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA “LUIZ DE QUEIROZ” – ESALQ por ter proporcionado um ambiente ideal para o meu crescimento pessoal e profissional.

Aos professores do Departamento de Economia, Administração e Sociologia, em especial, aos professores Roberto Arruda de Souza Lima, Ricardo Shiota, Adriano Azevedo Filho, Joaquim Bento Ferreira Filho, Pedro Marques, Heloisa Burnquist e Marcia Azanha pelos conhecimentos transmitidos nas disciplinas do mestrado.

Meus sinceros agradecimentos ao professor Roberto Arruda de Souza Lima, pelos direcionamentos para elaboração desta dissertação, ao professor Pedro Marques, professor José César Cruz Júnior, Dr. Daniel Y. Sonoda e Me. Lucas Brunetti pelos comentários feitos no decorrer deste trabalho.

Aos funcionários do Departamento de Economia, Administração e Sociologia, em especial a Maielli, a qual esteve sempre pronta a passar informações, tirar dúvidas e lembrar dos prazos.

Aos amigos do departamento de economia - Priscila Casari, Débora Bellinghini, Maria Pinheiro, Luiza Meneguelli, Pedro Rodrigues, Juliana Aquino, Jeronimo, Carlos Equador, Amarildo Faria, Diego de Faveri, Gabriel Granco, Kutuvelo, Miquelutio e Felipe Viana – pelas discussões, pelas trocas de informações, conhecimentos e pelos momentos de descontração. Ao meu amigo de graduação e pós-graduação Roberto Sartori por ser uma pessoa em quem pude confiar durante todo este tempo. Ao meu noivo Lucas Brunetti pelo carinho, paciência e apoio no decorrer deste trabalho.

As minhas amigas de apartamento Josina Kassoma, Mayra Viana, Tatiana Goudromihos e Rosana Ferreira pelas ótimas conversas e pelo companheirismo.

Por fim, agradeço a Deus pela vida, saúde e por mais esta conquista.



## SUMÁRIO

RESUMO .....	7
ABSTRACT .....	9
LISTA DE FIGURAS .....	11
LISTA DE TABELAS .....	13
1 INTRODUÇÃO.....	15
1.1 Objetivo.....	17
1.2 Estrutura do Trabalho.....	18
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	19
2.1 Mercado de ações e mercado futuro no Brasil .....	19
2.1.1 IBOVESPA.....	20
2.1.2 Mercado Futuro Agropecuário .....	26
2.1.3 Evolução dos contratos futuros negociados na BM&FBOVESPA.....	27
2.1.4 Boi Gordo Liquidação Financeira .....	30
2.1.5 Café Arábica.....	32
2.2 Estudos relacionados ao tema.....	34
3 METODOLOGIA.....	39
3.1 Retornos.....	39
3.2 Médias Móveis .....	40
3.3 Moderna Teoria do Portfólio.....	42
3.4 Modelo de Regressão .....	45
3.4.1 Modelos ARMA (p,q) .....	48
3.4.2 Modelos ARCH(m) e GARCH(m,n).....	49
3.4.3 Modelos ARMA(p,q) - GARCH(m,n) .....	50
3.5 Base de Dados .....	52
3.6 Ferramentas Computacionais .....	52
4 RESULTADOS .....	53
4.1 Retornos do IBOVESPA, BGI e ICF .....	53
4.1.1 Boi Gordo & Mercado de Ações .....	55

4.1.2 Café Arábica & Mercado de Ações.....	58
4.2 Retornos das Carteiras Estática e Dinâmica.....	61
4.2.1 Estratégia Estática & Mercado de Ações .....	64
4.2.2 Estratégia Dinâmica & Mercado de Ações.....	66
5 CONCLUSÃO.....	69
REFERÊNCIAS .....	71
ANEXOS.....	77

## RESUMO

### **Análise da relação entre contratos futuros agropecuários e mercado de ações com foco em períodos de crise**

Mais do que uma ferramenta para gestão do risco de preços para produtores e consumidores, os contratos futuros agropecuários tem se tornado uma importante opção de investimento principalmente em períodos de crise quando os riscos no mercado de ações aumentam. No Brasil, a participação de investidores no mercado futuro agropecuário ainda é pequena, mas há um considerável potencial de crescimento, posto que o país é um importante *player* no mercado internacional das principais *commodities* agropecuárias como café, soja, milho, açúcar, etanol e carne. Neste contexto, será analisada neste trabalho a relação entre os retornos resultantes de posições compradas em contratos futuros agropecuários negociados na BM&FBOVESPA e o retorno apresentado pelo mercado de ações, representado pelo Índice Bovespa com atenção especial aos períodos de crise. Para isso, utilizou-se uma metodologia similar a desenvolvida por Baur e Lucey (2009) buscando identificar em qual categoria – porto seguro, hedge ou diversificador - os dois principais contratos futuros negociados na BM&FBOVESPA - boi gordo e café arábica – se encaixam. Os comportamentos de tais contratos foram analisados de forma isolada e também considerando carteiras formadas pelo ponto de mínimo risco da teoria do *portfólio* de Markowitz. Como resultado identificou-se que o contrato futuro do boi gordo atua como hedge em relação ao mercado de ações, já o contrato futuro do café arábica, por apresentar correlação positiva, mas não perfeita, atua como diversificador. Combinando os dois contratos em posição comprada durante todo o período obteve-se uma carteira cuja variância média foi inferior a variância do boi gordo e do café arábica, no entanto esta carteira apresenta correlação positiva em relação ao mercado de ações, o que a coloca na categoria de diversificador. Outra combinação entre os contratos foi feita utilizando uma estratégia dinâmica de negociação, ou seja, a posição adotada pelo investidor se altera no decorrer do tempo. Esta carteira apresentou uma variância média inferior à carteira estática e a correlação com o mercado de ações reduziu ainda mais, porém continuou positiva. Sendo assim, o boi gordo mostrou ser o contrato que melhor protege o investidor, mas seu retorno médio é inferior se comparado às demais opções, já a carteira dinâmica apresenta a segunda menor correlação e um retorno superior. Vale destacar que, apesar de nenhum contrato ter se mostrado como porto seguro em relação ao mercado de ações, todos podem ser utilizados com a finalidade de redução do risco.

Palavras-chave: *Commodities*; Boi gordo; Café arábica; IBOVESPA; GARCH



## ABSTRACT

### **An analysis of the relationship between commodity futures contracts and the stock market focused on crisis periods**

More than a tool for managing price risk, commodity futures contracts have become an important investment option especially in times of crisis when the risk in the stock market increases. In Brazil, the participation of investors in the agricultural futures market is still small, but there is a huge potential for growth, given that the country is an important player in the international market of agricultural commodities such as coffee, soybeans, corn, sugar, ethanol and meat. In this context, this study aims to examine the relationship between returns resulting from long positions in the two major futures contracts traded at BM&FBOVESPA – live cattle and arabica coffee - and returns made with an investment in the Brazilian stock market, with special attention to crisis periods. For this, a methodology similar to that developed by Baur and Lucey (2009) was used in order to identify in which category - safe haven, hedge or diversifier - the futures contracts fit. The behaviours of these two contracts were analysed separately and also considering portfolios formed using the Markowitz theory of portfolio. As a result, it was identified that the live cattle futures contract can be considered as a hedge against the stock market. The arabica coffee, for presenting a positive correlation, but not perfect, serves as a diversifier. Combining the two contracts considering long position throughout the period was obtained a portfolio whose average variance was lower than the variance of the live cattle as well as the arabica coffee, however the returns of this portfolio presents a positive correlation against the stock market which places it in the diversifier category. Another combination of the contracts was made using a dynamic trading strategy, ie, the position adopted by the investor changes over time. This portfolio presented an average variance lower than the static portfolio (long position) and the correlation with the stock market was even lower than the static portfolio, but still positive. Thus, the live cattle contract proved to be the one that best protects the investor when added into a stock portfolio, but its average return is lower than all the others arabica coffee, static portfolio and dynamic portfolio). It is worth noting that although no contract had been shown as a safe haven compared to the stock market, all of them can be used for the purpose of reducing risk.

Keywords: Commodities; Live cattle; Arabica coffee; IBOVESPA; GARCH



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Evolução do Índice BOVESPA entre janeiro de 1990 e dezembro de 2010. ....	23
Figura 2 - Evolução do número de contratos agropecuários negociados na BM&FBOVESPA entre 2000 e 2010 .....	28
Figura 3 – Evolução da cotação e números de contratos em aberto do boi gordo negociados na BM&FBOVESPA entre 2001 e 2010.....	31
Figura 4 – Evolução da produção mundial de café arábica e robusta e produção dos quatro países maiores produtores entre 2000 e 2009.....	33
Figura 5 – Evolução da cotação e número de contratos em aberto do Café Arábica negociados na BM&FBOVESPA entre 2000 e 2010.....	34
Figura 6 – Série de preço do contrato futuro do boi gordo negociado na BM&FBOVESPA e média móvel de 30 dias .....	41
Figura 7 – Conjunto de oportunidade de investimento para 2 ativos com risco. ....	44
Figura 8 – Distribuição de freqüência relativa dos retornos do IBOVESPA com as classes a serem consideradas como períodos de crise.....	46
Figura 9 – Retornos do IBOV, café arábica (ICF) e boi gordo (BGI).....	54
Figura 10 – Fronteira eficiente de Markowitz e carteira ótima para estratégia estática.....	61
Figura 11 – Fronteira eficiente de Markowitz e carteira ótima para estratégia dinâmica .....	62
Figura12 – Distribuição dos retornos obtidos com carteira formada por BGI e ICF através de estratégia estática (posição comprada).....	63
Figura13 – Distribuição dos retornos obtidos com carteira formada por BGI e ICF através de estratégia dinâmica .....	63



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Número de contratos futuros negociados na BM&FBOVESPA em 2008, 2009 e 2010 e taxas de crescimento .....	19
Tabela 2 – Participação dos diferentes tipos de contratos futuros em relação ao número total de contratos negociados em 2008, 2009 e 2010 .....	20
Tabela 3 – IBOVESPA - Abertura, Fechamento, Máximo, Mínimo, Variação e Desvio Padrão entre 2000 e 2010 .....	24
Tabela 4 - Número de contratos futuros agropecuários e opções negociadas em 2008, 2009 e 2010, taxa de crescimento e participação .....	28
Tabela 5 - Síntese das hipóteses do modelo .....	47
Tabela 6 - Estatística descritiva dos retornos diários do IBOVESPA, boi gordo e café arábica.....	53
Tabela 7 – Resultados do teste Dickey-Fuller Aumentado para as séries de retorno.....	55
Tabela 8 – Possíveis modelos ARMA para o boi o boi gordo e seleção via AIC .....	56
Tabela 9 – Coeficientes da regressão entre boi gordo e IBt e IBtq .....	57
Tabela 10 – Teste de Ljung e Box para os resíduos ao quadrado .....	57
Tabela 11 –Modelo ARMA (1,1)-GARCH(1,1) para a série de retornos do boi gordo.....	58
Tabela 12 – Possíveis modelos ARMA para o café arábica e seleção via AIC .....	59
Tabela 13 – Coeficientes da regressão entre café arábica e IBt e Ibqt .....	59
Tabela 14 – Teste de Ljung e Box para os resíduos ao quadrado .....	60
Tabela 15 – Modelo ARMA (2,1)-GARCH(1,1) para a série de retornos do café arábica .....	60
Tabela 16 – Estatística descritiva dos retornos diários para estratégia estática e dinâmica .....	62
Tabela 17 – Modelos ARMA para a série de retornos da carteira estática e seleção via AIC .....	64
Tabela 18 – Coeficientes da regressão entre retornos da carteira estática e do IBt e Ibtq .....	64
Tabela 19 – Teste de Ljung e Box para os resíduos ao quadrado .....	65
Tabela 20 – Modelo ARMA (1,0)-GARCH(1,1) para a série de retornos da carteira estática.....	66
Tabela 21 – Possíveis modelos ARMA para retornos da carteira dinâmica e seleção via AIC.....	66
Tabela 22 – Coeficientes da Regressão entre retornos da carteira dinâmica e IBt e IBtq.....	67

Tabela 23 – Teste de Ljung e Box para os resíduos ao quadrado .....	67
Tabela 24 – Modelo ARMA (1,0)-GARCH(1,1) para a série de retornos da carteira dinâmica... ..	68

## 1 INTRODUÇÃO

Em momentos de crise no mercado financeiro e queda no mercado de ações, investidores buscam aplicar em ativos com correlação nula ou negativa em relação a este mercado, os quais são chamados *safe haven* ou, em livre tradução, porto seguro.

Nas últimas décadas, as opções de investimento comumente adotadas como portos seguros são aplicações em ouro, moedas, títulos do governo e títulos de renda fixa. No entanto, recentemente e especialmente no decorrer da crise econômica de 2008, notou-se uma busca por contratos futuros de *commodities* negociados em bolsas, entre eles os agropecuários, como uma nova opção de investimento para momentos de maior incerteza no mercado de ações.

O principal motivo para o aumento do interesse dos investidores está na baixa correlação entre os retornos obtidos com os contratos futuros de *commodities* e investimentos tradicionais como ações e títulos. Esta baixa correlação deve-se ao fato de os fatores de formação dos preços dos produtos relacionados aos contratos futuros serem bastante distintos dos fatores de formação dos preços dos ativos de investimentos tradicionais (Silveira, 2008).

Para entender a dinâmica entre esses mercados, diversos autores em âmbito internacional têm estudado o desempenho resultante da inclusão desse tipo de derivativo na composição de carteiras e, apesar de alguns trabalhos como os de Edwards e Park (1996) mostrarem que a adição desta opção de investimento nem sempre apresenta os melhores *portfólios* possíveis, estudos como o de Jensen et. al (2000), Gorton e Rouwenhorst (2006) identificaram que o uso de contratos futuros de *commodities* em carteiras de ações tem resultado em melhores retornos e menores riscos do que o uso de ações apenas.

Chong e Miffre (2008) analisaram a correlação condicional entre os retornos de ações representadas pelo índice S&P 500 e os retornos de futuros de *commodities* considerando posição comprada e identificaram que a correlação condicional entre esses derivativos tem diminuído no decorrer do tempo, o que sugere que os futuros de *commodities* tem se tornado melhores ferramentas para diversificação em carteiras de ações. Além disso, os autores identificaram que a correlação entre futuro de *commodities* e ações tende a ser ainda menor em períodos de turbulência financeira.

Estudos mais recentes como os de Erb e Harvey (2006), Basu et al. (2006) e Silveira (2008) identificaram que adição de contratos futuros em carteiras pode ser ainda mais eficiente com o uso de estratégias dinâmicas, isto é, mudança de posição com o uso de regras de negociação como os indicadores de análise técnica ou dados da análise fundamentalista, os quais determinam momentos de compra e venda dos contratos futuros. De acordo com os autores, o uso de tais regras possibilita a captação de retornos superiores aos obtidos com a compra/venda de um derivativo e manutenção do mesmo em carteira por tempo indeterminado.

Como prova da crescente utilização dos contratos futuros como alternativa de investimento, tem-se o crescimento de 700%, entre 1997 e 2007, nos Estados Unidos dos fundos *Managed Futures* administrados por profissionais especializados em derivativos de *commodities*, os chamados *Commodity Trading Advisors* – CTA. Em 2007, mais de US\$ 200 bilhões estavam aplicados em *Managed Futures*, sendo que as *commodities* agropecuárias representaram 9% desse total (*Chicago Mercantile Exchange*, 2008).

No Brasil, alguns fundos de investimento têm utilizado os contratos futuros agropecuários em suas carteiras, no entanto, a participação destes contratos no total de contratos futuros negociados na Bolsa de Valores, Mercadorias e Futuros - BM&FBOVESPA é ainda pequena. Em 2009, os contratos futuros agropecuários representaram apenas 0,57% do total de contratos futuros negociados e, em 2010, essa participação caiu para 0,45% devido ao crescimento de 98% na negociação de contratos futuros das taxas de juros (BM&FBOVESPA, 2011).

Apesar da queda na participação, a taxa de crescimento no número de contratos negociados em 2010 em relação ao ano anterior foi de 38%. Esse desempenho deve-se principalmente ao contrato futuro do milho com liquidação financeira, o qual apresentou uma taxa de crescimento de 67,6% em relação ao ano anterior, e ao contrato futuro do boi gordo cujo crescimento no número de contratos negociados foi de 50% (BM&FBOVESPA, 2011).

Considerando que o Brasil é um dos maiores produtores e exportadores de café, açúcar, soja, etanol, milho e carnes, há um grande potencial para a expansão do mercado futuro de *commodities* agropecuárias especialmente por parte dos produtores e consumidores dos produtos relacionados aos contratos, os quais os utilizam para administração de seus riscos de preço. Outro agente importante para dar liquidez aos contratos são os especuladores

que buscam obter ganhos com as oscilações dos preços futuros sem terem interesse no ativo subjacente ao contrato. No entanto, é preciso aumentar o conhecimento sobre o comportamento dos retornos oferecidos pelos contratos futuros em relação aos investimentos tradicionais, de forma a incentivar a participação desses agentes neste mercado.

## 1.1 Objetivo

Neste contexto, busca-se neste trabalho analisar o comportamento apresentado pelos retornos dos contratos futuros de *commodities* agropecuárias negociados na BM&FBOVESPA em relação aos retornos obtidos no mercado de ações no Brasil de forma a testar a hipótese de que os contratos futuros agropecuários atuam como portos seguros em relação ao mercado de ações em períodos de crise financeira.

Caso a hipótese seja rejeitada, identificar-se-á se estes contratos podem ser considerados como diversificadores ou hedge, conforme a classificação a seguir desenvolvida por Baur e Lucey (2009).<sup>1</sup>

*Diversificador*: ativo positivamente correlacionado, mas não perfeitamente correlacionado com outro ativo ou *portfólio*.

*Hedge*<sup>1</sup>: ativo não correlacionado ou negativamente correlacionado com outro ativo ou *portfólio* em longos períodos de tempo.

Vale destacar que diversos autores como Hull (1997) e Marques *et. al.*, (2008) definem o termo *hedge* como proteção contra variações indesejadas nos preços de um ativo através da compra ou venda de um contrato futuro cuja correlação com o ativo em questão seja próxima ou igual a 1. No entanto, neste trabalho, o termo *hedge* refere-se a nomenclatura dada a um contrato futuro que ao ser adicionado em uma carteira reduz o risco desta pelo fato de apresentar correlação menor ou igual a zero com os demais ativos que a compõe.

*Porto Seguro*: ativo não correlacionado ou negativamente correlacionado com outro ativo ou *portfólio* em momentos específicos de crise.

---

<sup>1</sup>Neste trabalho o termo *hedge* será mantido em inglês devido à dificuldade na tradução e por já ter sido incorporado a linguagem do mercado brasileiro.

## 1.2 Estrutura do Trabalho

Para isso, a princípio será elaborada uma análise descritiva do mercado de ações no Brasil, considerando sua evolução e desempenho desde a introdução do Plano Real em 1994 até o início de 2010. Com base nesta análise será possível identificar os períodos de crise no mercado de ações. Da mesma forma será descrito e analisado o mercado futuro agropecuário com o intuito de identificar os contratos futuros que apresentaram maior liquidez, representada pelo maior número de contratos negociados.

Segundo Pennings e Leuthold (2001), um contrato futuro é considerado líquido quando os agentes podem comprar ou vender contratos rapidamente, com um efeito reduzido sobre o preço futuro. Esta característica é importante, pois torna possível a entrada ou saída quando necessária, além de não permitir que um único agente altere e até mesmo manipule o mercado. Em seguida, será elaborada uma revisão bibliográfica dos trabalhos que analisaram a relação entre mercado futuro de *commodities* agropecuárias e mercado de ações em âmbito nacional e internacional.

As relações entre os retornos dos contratos futuros selecionados e os retornos do IBOVESPA serão analisadas de forma separada (contrato futuro 1 versus IBOVESPA e contrato futuro 2 versus IBOVESPA) e conjunta (% contrato futuro 1 + % contrato futuro 2 versus IBOVESPA), através da formação de carteiras utilizando estratégias estática e dinâmica. Será apresentado no capítulo Metodologia o indicador de análise técnica conhecido por Média Móvel, o qual será utilizado para a determinação de uma estratégia dinâmica e a Moderna Teoria do *Portfólio* desenvolvida por Markowitz para formação das carteiras. Por fim, será introduzido o modelo similar ao desenvolvido por Baur e Lucey (2009) a ser utilizado na análise econométrica.

Na seção Dados serão definidas as séries históricas a serem utilizadas. Em Resultados será apresentada a estatística descritiva dos retornos obtidos com investimento em ações e dos retornos obtidos com investimento nos principais contratos futuros agropecuários negociados no Brasil nos últimos anos. Além disso, serão apresentados os resultados obtidos no modelo de regressão de forma a identificar se a hipótese de que contratos futuros agropecuários funcionam como portos seguros em relação ao mercado de ações é verdadeira ou não. Na conclusão, serão analisados e comparados os resultados obtidos.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Mercado de ações e mercado futuro no Brasil

A BM&FBOVESPA foi criada em maio de 2008 com a fusão da Bolsa de Valores de São Paulo - BOVESPA e da Bolsa de Mercadorias & Futuros - BM&F. Integradas as companhias formaram a maior bolsa da América Latina, a segunda das Américas e a terceira maior do mundo em valor de mercado (CVM, 2010).

Na BM&FBOVESPA são negociadas ações, derivativos sobre ações, derivativos financeiros, derivativos agropecuários, câmbio a vista, títulos de renda fixa e mercadorias. No que se refere ao mercado de ações, em 03 de junho de 2011, estavam listadas na BM&FBOVESPA quatrocentas e sessenta e oito empresas, sendo o IBOVESPA o índice que melhor representa o desempenho médio das cotações dessas empresas.

Dos contratos futuros negociados em pregão, as taxas de juros são as mais representativas, seguidas pela taxa de câmbio, índices (IBOVESPA e IBrX-50) e contratos agropecuários. Em 2009, devido à crise financeira iniciada em 2008 ocorreu uma queda no número de contratos futuros negociados na BM&FBOVESPA, especialmente dos contratos de taxas de câmbio, índices, agropecuários e títulos da dívida externa, já os contratos futuros do ouro e taxas de juros mantiveram-se em crescimento como pode ser observado na Tabela 1.

Tabela 1 - Número de contratos futuros negociados na BM&FBOVESPA em 2008, 2009 e 2010 e taxas de crescimento

	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2009/2008</b>	<b>2010/2009</b>
Taxas de juros	219.286.431	225.978.258	437.998.034	3,1%	93,8%
Taxas de câmbio	133.428.893	109.984.803	133.533.938	-17,6%	21,4%
Índices (IBOV e IBrX-50)	21.855.296	19.683.653	22.083.235	-9,9%	12,2%
Agropecuários	3.282.954	2.026.586	2.667.645	-38,3%	31,6%
Ouro	425.876	444.017	457.284	4,3%	3,0%
Títulos da dívida externa	160.533	29.918	15.683	-81,4%	-47,6%
Total	378.439.983	358.147.235	596.755.819	-5,4%	66,6%

Fonte: BM&FBOVESPA (2011)

Em 2010, os contratos das taxas de juros apresentaram um excelente desempenho, seguidos pelos contratos futuros agropecuários cujo número de negócio aumentou 31,6%.

No que se refere à participação de cada tipo de contrato em relação ao número total de contratos futuros negociados na BM&FBOVESPA, nota-se que nos entre 2008 e 2010, os contratos futuros de taxas de juros passaram por um expressivo crescimento atingindo 73,40% do total em 2010, enquanto em 2008 representavam 57,94%. Dado este forte crescimento, todas as demais categorias reduziram suas participações em relação ao número total de contratos negociados nestes 3 anos. Em 2008, os contratos futuros agropecuários atingiram 0,87% do total e em 2010 recuaram para 0,45%.

Tabela 2 – Participação dos diferentes tipos de contratos futuros em relação ao número total de contratos negociados em 2008, 2009 e 2010

	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>
Taxas de juros	57,94%	63,10%	73,40%
Taxas de câmbio	35,26%	30,71%	22,38%
Índices (IBOV e IBrX-50)	5,78%	5,50%	3,70%
Agropecuários	0,87%	0,57%	0,45%
Ouro	0,11%	0,12%	0,08%
Títulos da dívida externa	0,04%	0,01%	0,00%
Total	100,00%	100,00%	100,00%

Fonte: BM&FBOVESPA (2011)

### 2.1.1 IBOVESPA

Este índice é o valor atual, em moeda corrente, de uma carteira teórica de ações, as quais respondem por mais de 80% do número de negócios e do volume financeiro verificados no mercado à vista da BM&FBOVESPA e por aproximadamente 70% do somatório da capitalização bursátil<sup>2</sup> de todas as empresas com ações negociáveis nesta bolsa (BM&FBOVESPA, 2011).

<sup>2</sup>Capitalização bursátil: valor teórico de todo os ativos negociados em uma determinada bolsa de valores. É calculado somando-se o valor de mercado de cada ação, obtido como o resultado da multiplicação do número de ações pela cotação de fechamento no período desejado.

O IBOVESPA foi constituído em 02/01/1968 (valor-base: 100 pontos) e, desde então, considera-se que não houve investimento adicional, adiciona-se somente os ajustes efetuados em decorrência da distribuição de proventos pelas empresas emissoras, o que o faz um indicador que avalia o retorno total das ações que o compõe (BM&FBOVESPA, 2011).

A relevância desse índice advém do fato deste retratar o comportamento dos principais papéis negociados na BM&FBOVESPA, refletindo o perfil das negociações à vista. Outro fator positivo refere a sua metodologia que tem sido a mesma desde sua implementação em 1968. Para fazer parte do IBOVESPA a ação precisa atender aos seguintes critérios, com relação aos 12 meses anteriores:

1. apresentar participação, em termos de volume, superior a 0,1% do total;
2. ter sido negociada em mais de 80% dos pregões do período; e
3. estar incluída em uma relação de ações cujos índices de negociabilidade somados representem 80% do valor acumulado de todos os índices individuais.

Para cálculo do índice de negociabilidade (IN) utiliza-se a seguinte fórmula.

$$IN = \frac{\sum n_i * v_i}{N * V} \quad (1)$$

$n_i$  = número de negócios da ação  $i$  no mercado à vista;

$v_i$  = volume financeiro gerado pelos negócios com a ação " $i$ " no mercado à vista (lote padrão);

$N$  = números de negócios totais no mercado a vista; e

$V$  = volume financeiro total do mercado à vista da BM&FBOVESPA (lote-padrão).

Vale destacar que uma ação selecionada para compor a carteira só deixará de participar quando não conseguir atender a pelo menos dois dos critérios de inclusão anteriormente citados.

Para que a representatividade do índice se mantenha ao longo do tempo, a composição da carteira teórica é reavaliada a cada quatro meses com base nos últimos 12 meses de negociação, sendo excluídas as que deixaram de atender aos critérios, incluídas as que passaram a atender e recalculados os pesos de cada ação na composição do índice. Entre maio e agosto de 2011, o IBOVESPA continha ações de 63 empresas (BM&FBOVESPA, 2011).

Por fim, o índice Bovespa é calculado pela somatória dos pesos (quantidade teórica da ação multiplicada pelo último preço da mesma) das ações integrantes da carteira.

$$Ibov_t = \sum_i^n P_{it} * Q_{it} \quad (2)$$

$n$  = número total de ações que compõe a carteira teórica;

$P_{it}$  = último preço da ação "i" em t;

$Q_{it}$  = quantidade teórica da ação "i" na carteira no instante t.

Embora tenha sido implementado na década de 60, nota-se que o mercado de ações no Brasil somente deslanchou após o Plano Real, em 1994, quando a inflação foi controlada. Conforme Eid Jr.(2005), a redução dos índices de inflação decorrente do Plano Real reduziu o risco total no mercado de ações o que tornou esta opção de investimento mais atrativa aos investidores.

Após a introdução do Plano Real, o IBOVESPA entrou em trajetória de crescimento, sendo um dos principais motivos desta evolução a entrada de um volume significativo de investimentos externos. Segundo Soares (2008), a entrada líquida de capitais entre 1991 e 1999 foi de US\$ 15,3 bilhões - US\$ 11,5 bilhões na primeira metade e US\$ 3,8 bilhões na segunda.

Além da estabilização macroeconômica resultante da implementação do Plano Real, outros fatores como a reestruturação da dívida externa brasileira (Plano Brady), a desregulamentação do mercado brasileiro de capitais e os baixos níveis das taxas de juros reais dos países desenvolvidos também colaboraram para atrair capital externo e, conseqüentemente, para o desenvolvimento do mercado de ações no Brasil (Moller e Callado, 2007).

Ainda durante a década de 90, o IBOVESPA passou por algumas correções decorrentes das crises do México em 1994, crise da Ásia em 1997 e crise da Rússia em 1999.

Em dezembro de 2000, a BOVESPA lançou segmentos especiais de listagem das empresas conhecidos por Novo Mercado e Níveis Diferenciados de Governança Corporativa – Nível 1 e Nível 2 – aos quais as empresas que estavam em processo de abertura de capital e as

ja listadas na Bolsa pudessem aderir voluntariamente. Tais compromissos referem-se à prestação de informações que facilitam o acompanhamento e a fiscalização dos atos da administração e dos controladores da companhia e à adoção de regras societárias que melhor equilibram os direitos dos acionistas (BM&FBOVESPA, 2011). Com o aumento na transparência, as empresas brasileiras que aderiram a essas classificações especiais tornaram-se mais atrativas, estimulando os investimentos neste mercado.

Em 2000, devido ao estouro da bolha da bolsa de valores americana *North American Securities Dealers Automated Quotation System - Nasdaq*, a crise na Argentina e às limitações ao crescimento brasileiro decorrente da crise energética levaram, a bolsa de valores entrou num período de recessão como é possível observar na Figura 1 (Banco Central, 2002).

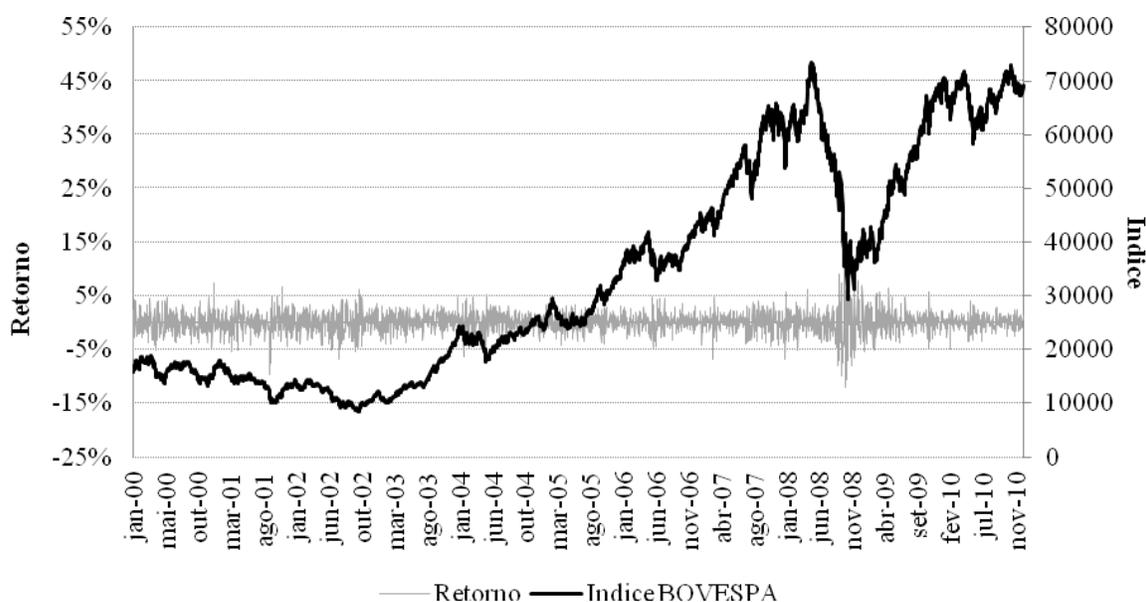


Figura 1 – Evolução do Índice BOVESPA e retorno diário entre janeiro de 1990 e dezembro de 2010

Fonte: BM&FBOVESPA (2011)

No início de 2002, essas dificuldades se acentuaram com a eleição presidencial, a qual gerou forte turbulência no mercado financeiro nacional devido à incerteza em relação ao novo governo, considerado de esquerda. No mercado externo o cenário também foi de queda decorrente de escândalos contábeis envolvendo balanços de empresas norte-americanas e européias e também pela declaração de moratória pela Argentina (Lenz Neto, 2006).

Conforme consta na Tabela 3, nos anos de 2000, 2001 e 2002 o IBOVESPA passou por quedas de 9,87%, 11,98% e 18,77%, respectivamente. No primeiro dia útil de 2000, o IBOVESPA abriu a 16.930 pontos e no último dia útil de 2002 fechou a 11.268 pontos.

Tabela 3 – IBOVESPA - Abertura, Fechamento, Máximo, Mínimo, Variação e Desvio Padrão entre 2000 e 2010

	<b>Abertura</b>	<b>Fechamento</b>	<b>Máximo</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Variação</b>	<b>Desvio Padrão</b>
2000	16.930	15.259	18.951	13.287	-9,87%	1.333
2001	15.425	13.578	17.889	10.006	-11,98%	1.897
2002	13.872	11.268	14.471	8.371	-18,77%	1.724
2003	11.603	22.236	22.236	9.995	91,64%	3.253
2004	22.445	26.196	26.196	17.604	16,71%	1.768
2005	25.722	33.456	33.629	23.610	30,07%	2.786
2006	33.507	44.474	44.526	32.848	24,66%	2.439
2007	45.383	63.886	65.791	41.179	40,77%	7.029
2008	62.815	37.550	73.517	29.435	-40,22%	11.764
2009	37.550	68.588	69.349	36.235	82,66%	9.909
2010	70.045	69.305	72.996	58.192	-1,06%	3.041

Fonte: BM&FBOVESPA (2011)

Em 2003, como o novo governo optou pela continuidade da política econômica do governo anterior, os investidores voltaram a aplicar no Brasil levando o IBOVESPA a fechar o ano de 2003 com uma alta de 91,6% a 22.236 pontos. Todavia, a expectativa de aumento dos juros nos Estados Unidos e aumento do preço do petróleo no Oriente Médio derrubaram o IBOVESPA no primeiro semestre de 2004 levando o índice novamente ao patamar dos 17.600 pontos. No segundo semestre, houve uma melhora no cenário externo possibilitando que o IBOVESPA atingisse um novo recorde de pontuação, fechando o ano com uma alta de 16,71% (Banco Central, 2003 e 2004).

O ano de 2005 foi marcado como um ano de alta volatilidade, pois ao mesmo tempo em que o Brasil apresentava recordes sucessivos nas exportações, valorização cambial e elevado superávit em transações correntes, ocorriam incertezas no cenário econômico externo e crises no cenário político interno. Mesmo com esse cenário instável, o índice fechou com uma alta de 30,07% atingindo 33.456 pontos (Banco Central, 2005).

Em 2006, mesmo diante de um desempenho econômico fraco, o IBOVESPA continuou em trajetória de alta, fechando no último dia útil de dezembro a 44.526 pontos. No primeiro semestre de 2007 a bolsa seguiu em alta, o cenário econômico foi marcado por uma alta liquidez internacional, expectativas positivas em relação ao crescimento brasileiro e mundial, contínua queda na taxa de juros e recorde na entrada de investimentos externos no país (Banco Central, 2006 e 2007).

Entretanto, em 2007, a crise no mercado imobiliário dos Estados Unidos conhecida como Crise do *SubPrime* já se fazia sentir nos balanços de alguns bancos e fundos de investimentos. Devido ao desenrolar dessa crise, o mercado de ações brasileiro apresentou forte volatilidade no segundo semestre de 2007, mas manteve-se em trajetória de alta até maio de 2008, sustentada pelo bom desempenho da economia brasileira e pela obtenção do grau de investimento.

Em 2008, o IBOVESPA chegou a atingir 73.517 pontos, no entanto, o agravamento da crise financeira internacional no segundo semestre decorrente da quebra de algumas instituições envolvidas nos empréstimos imobiliários fez com que o mesmo entrasse em trajetória de queda acentuada atingindo 29.435 pontos, o menor patamar dos últimos quatro anos (Banco Central, 2008). Ainda ao final de 2008, devido aos bons fundamentos da economia brasileira, investidores estrangeiros voltaram a investir no Brasil levando o índice aos 37.550 pontos.

Em 2009, o mercado acionário brasileiro apresentou recuperação, principalmente a partir de março. A elevação do Brasil à categoria de grau de investimento pela agência de classificação de risco Moody's, atribuindo perspectiva positiva à dívida soberana do país, a política de afrouxamento monetário adotada pelo Banco Central e os efeitos das medidas de estímulo fiscal contribuíram para impulsionar a trajetória de alta, a qual se deu principalmente pelo fluxo líquido de recursos dos investidores estrangeiros (Banco Central, 2009). Em 2009, o índice voltou ao patamar dos 69.349 pontos, com uma alta de 82,66% em relação ao final de 2008. Nestes dois últimos anos, a volatilidade que pode ser medida como o desvio padrão aumentou significativamente em relação aos demais anos.

A partir de dezembro de 2009, o IBOVESPA não apresentou tendência específica, oscilando fortemente em torno de 70.000 pontos devido ao clima de aversão a risco que prevaleceu no mercado, principalmente devido à incerteza em relação à recuperação da

economia dos Estados Unidos (Banco Central, 2010). Em 2010, o IBOVESPA iniciou a 70.045 e fechou a 69.305 pontos, leve queda de 1,06%.

### **2.1.2 Mercado Futuro Agropecuário**

Entre os derivativos negociados na BMF&BOVESPA, distinguem-se três grandes grupos: agropecuários, financeiros e de balcão. Entre os derivativos de balcão estão os contratos a termo, *swaps* e opções flexíveis e entre os derivativos financeiros tem-se o ouro, índices, taxa de câmbio, taxa de juros e títulos da dívida externa. No grupo dos derivativos agropecuários, ao final de 2010, estavam em negociação o boi gordo, café arábica, milho com liquidação financeira, soja e etanol hidratado (BM&FBOVESPA, 2011). Para esses produtos são estabelecidos contratos de compra e venda para datas futuras a preços predeterminados pelas negociações entre compradores e vendedores.

De acordo com Hull (1997), um contrato futuro, assim como um contrato a termo, é um acordo entre duas partes para compra e venda de um ativo em determinada data futura e por um preço específico. Todavia, diferente dos contratos a termo, os contratos futuros são negociados em bolsa e esta tem como obrigação garantir o cumprimento do contrato.

No que se referem aos preços futuros, estes refletem as expectativas que os participantes do mercado têm sobre as condições de oferta e demanda do produto no momento de encerramento de cada contrato. Com a negociação de preços futuros as partes envolvidas na operação ficam protegidas contra oscilações não desejadas nos preços das *commodities*, ou seja, dos ativos subjacentes aos contratos. A esta trava de preços no presente para compra ou venda numa data futura dá-se o nome de hedge (Marques et. al, 2008).

Conforme Silveira (2008) uma das principais características dos contratos futuros é a padronização de suas cláusulas no que tange ao ativo-objeto, tamanho, unidade de cotações, meses de vencimento, entre outros. Com a padronização, torna-se possível ao agente comprador ou vendedor sair do mercado a qualquer momento via pregões da bolsa. Além disso, a possibilidade de entrar e sair do mercado favorece a participação de agentes denominados especuladores, os quais visam obter ganhos com as oscilações dos preços sem terem interesse no ativo subjacente ao contrato.

Por outro lado, a padronização dificulta ao produtor que possui um produto cujas características não são exatamente as do padrão definido, pois este produtor não pode entregar seu produto na bolsa. Além disso, o preço do seu produto pode não ser perfeitamente correlacionado com o preço do produto negociado na bolsa.

Ainda de acordo com Silveira (2008), enquanto os *hedgers* buscam proteção contra os riscos de preços, os especuladores assumem tais riscos com a finalidade de obter ganhos com a movimentação dos preços. Embora haja críticas sobre a atuação dos especuladores especialmente quando movimentam grandes valores, a presença destes agentes é de fundamental importância no mercado futuro, pois garantem liquidez aos negócios.

Vale destacar que os contratos futuros também apresentam algumas desvantagens para o especulador como a necessidade de capital para cobertura de margens, informação não perfeita sobre a situação do mercado e custos de transação, os quais não serão considerados neste trabalho. Para os *hedgers* ainda há o risco de base, ou seja, risco de a variação do preço na bolsa ser diferente da variação do preço no mercado físico onde venderá seu produto.

### **2.1.3 Evolução dos contratos futuros negociados na BM&FBOVESPA**

Como se pode observar na Figura 2, o número de contratos futuros negociados no Brasil vinha crescendo de forma acentuada desde 2003, porém apresentou uma queda de 38% em 2009 no pico da crise financeira. Em 2010, dada a rápida recuperação da economia brasileira houve uma melhora significativa neste índice, embora ainda não tenha atingido o mesmo nível de 2008 (BM&FBOVESPA, 2011).

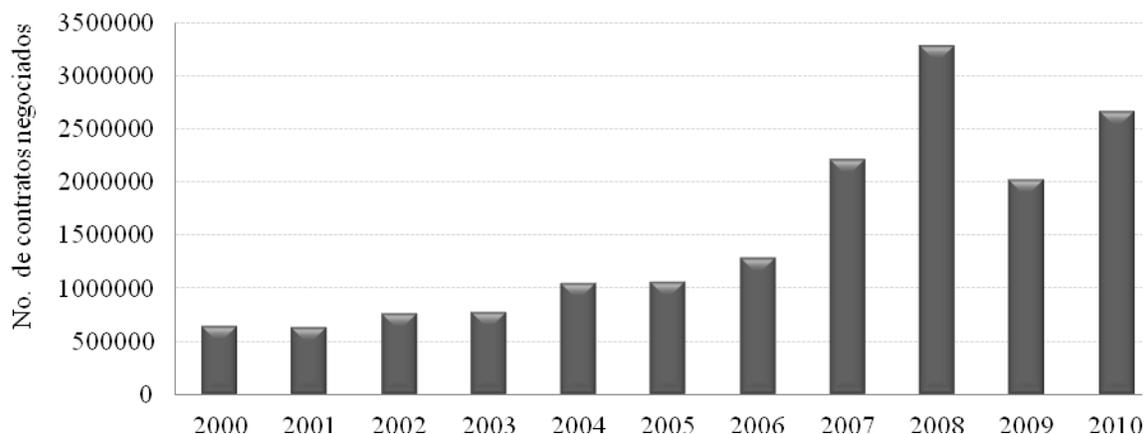


Figura 2 - Evolução do número de contratos agropecuários negociados na BM&FBOVESPA entre 2000 e 2010

Fonte: BM&FBOVESPA (2011)

Conforme consta na Tabela 4, o contrato futuro do boi gordo foi o mais negociado em 2010, sendo seguido pelo café arábica, milho com liquidação financeira e soja.

Tabela 4 - Número de contratos futuros agropecuários e opções negociadas em 2008, 2009 e 2010, taxa de crescimento e participação

	2008	2009	2010	Crescimento 2009/2010	Participação em 2010
Boi gordo liq. financeira	1.713.063	896.401	1.352.469	50,9%	51%
Café arábica futuro	838.090	657.085	694.348	5,7%	26%
Milho liq. financeira	7.818	271.586	455.205	67,6%	17%
Soja futuro	292.432	175.075	143.008	-18,3%	5%
Etanol futuro (hidratado)	-	-	22.615	-	1%
Etanol futuro (anidro)	16.608	1	-	-	0%
Açúcar cristal futuro	7039	224	0	-	0%
Bezerro futuro	10	0	0	-	0%
Milho futuro	407.854	26.214	0	-	0%
Milho Base*	40	0	0	-	0%
<b>Agropecuários</b>	<b>3.282.954</b>	<b>2.026.586</b>	<b>2.667.645</b>	<b>31,6%</b>	<b>100%</b>

\* Base Cascavel, Porto de Paranaguá, Uberlândia e Rio Verde.

Fonte: BM&FBOVESPA (2011)

Em 2010, o número de contratos de boi gordo negociado em 2010 cresceu 50,9% em relação a 2009, levando este contrato a representar 51% de todos os contratos futuros agropecuários negociados na BM&FBOVESPA. Já o número de contratos futuros do café arábica apresentou uma taxa de crescimento de 5,7% em relação ao ano anterior, valor significativamente inferior a taxa de crescimento do número de negócios do boi gordo. Mesmo assim, esta *commodity* ainda representa 26% dos contratos futuros negociados na BM&FBOVESPA. Conjuntamente, o contrato futuro do boi gordo e café arábica representaram 77% dos contratos futuros agropecuários negociados em 2010.

O contrato futuro do milho com liquidação financeira, o qual foi criado em setembro de 2008, apresentou uma taxa de crescimento no número de contratos negociados de 67% em 2010 em relação a 2009, atingindo a terceira posição no ranking de contratos agropecuários mais negociados. A quarta posição foi ocupada pelo contrato futuro da soja, todavia este vem reduzindo sua participação devendo ser substituída pelo contrato futuro da soja com liquidação financeira o qual foi lançado pela BM&FBOVESPA em janeiro de 2011.

Nos três últimos anos observou-se que cinco contratos futuros agropecuários deixaram de ser negociados: açúcar cristal, bezerro, milho, milho base Cascavel, Porto de Paranaguá, Uberlândia e Rio Verde e etanol anidro. Este último foi substituído pelo etanol hidratado com liquidação financeira enquanto os contratos futuro do milho e milho base foram substituídos pelo milho futuro com liquidação financeira. Antes de 2008, o contrato futuro do algodão já havia deixado de ser negociado.

Vale destacar que embora o contrato futuro do milho com liquidação financeira e o contrato futuro do etanol hidratado tenham apresentado um considerável volume de negócios realizados no decorrer de 2010, estes foram lançados recentemente e, conseqüentemente, não possuem uma série histórica tão longa quanto às dos dois primeiros inviabilizando a utilização deste contrato neste trabalho.

Sendo assim, serão considerados neste trabalho apenas os contratos futuros do boi gordo e café arábica como representantes do mercado futuro agropecuário no Brasil. Definidos os contratos a serem utilizados, serão apresentadas a seguir as principais características destes, assim como do mercado físico desses produtos e evolução das suas cotações nos últimos dez anos.

#### 2.1.4 Boi Gordo Liquidação Financeira

O contrato futuro de boi gordo começou a ser negociado no Brasil em 1980. A princípio as operações eram realizadas na Bolsa de Mercadorias de São Paulo - BMSP, a qual uniu suas atividades operacionais com a Bolsa de Mercadoria e Futuros - BM&F em 1991.

Em 2000, o contrato passou por uma alteração na moeda de referência de dólares para reais, pelo fato de o preço do boi ser determinado no mercado interno. Atualmente, o contrato futuro de boi gordo é negociado em R\$ por arroba líquida e trata de bovinos machos, castrados e bem acabados (pronto para o abate) com peso entre 450 e 550 quilos.

A unidade de negociação deste contrato são 330 arrobas líquidas, com vencimento no último dia útil de todos os meses. A liquidação no vencimento é feita financeiramente, com base no Indicador de Preço Disponível do Boi Gordo ESALQ/BM&F. De acordo com Rochelle e Ferreira Filho (2000), a liquidação financeira deste contrato teve início em 1995 com o objetivo de eliminar os altos custos da entrega física, melhorar o desempenho do hedge e encorajar os agentes a participar deste mercado.

Conforme Sachs e Pinatti (2007), a cotação do boi gordo apresenta acentuada sazonalidade no decorrer do ano, relacionada com a disponibilidade de animais gordos em ponto de abate que, por sua vez, é decorrente da maior ou da menor disponibilidade de pastagens ao longo das estações do ano. Conforme Bacchi (1995), a sazonalidade nesse mercado é caracterizada pelo período de “safra” de janeiro a junho, período com chuvas e fartura de pastagens; e “entressafra” de julho a dezembro.

Na Figura 3, segue a evolução da cotação do boi gordo e o número de contratos em aberto entre 2001 e 2010. Nota-se que no longo prazo o preço do boi gordo apresenta tendência de alta, todavia, entre 2003 e 2006, apresentou declínios constantes, com altas apenas no período de entressafra (Carvalho e Bacchi, 2007). O ano de 2007 foi marcado por uma forte restrição na oferta decorrente de um clima seco que atrasou a formação das pastagens, menor volume de reposição e à migração da pecuária para outras *commodities* resultando em uma elevação dos preços.

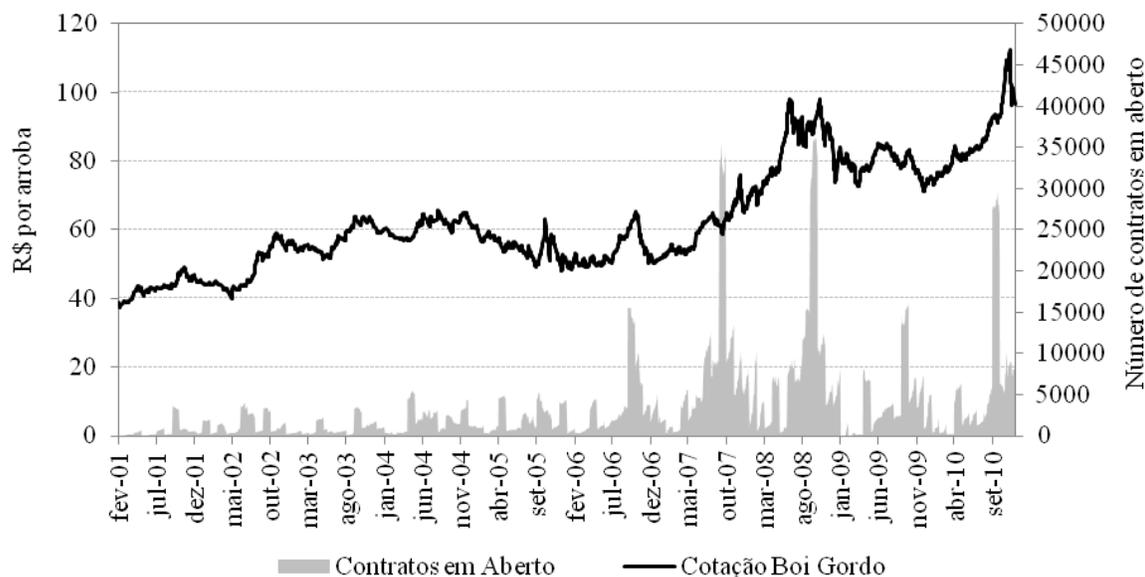


Figura 3 – Evolução da cotação e números de contratos em aberto do boi gordo negociados na BM&FBOVESPA entre 2001 e 2010

Fonte: elaboração própria a partir de dados da BM&FBOVESPA, 2011

De acordo com o Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada - CEPEA (2010), no decorrer do primeiro semestre de 2008, os preços continuaram em tendência de alta ultrapassando o patamar dos R\$ 90,00/arroba líquida devido à baixa oferta de animais para o abate e aumento da demanda ocasionada pela elevação da renda. A partir de agosto, os preços apresentaram queda decorrente da entrada no mercado de animais em confinamento e também pela saída de muito frigoríficos, os quais não conseguiram repassar aos consumidores os altos preços do produto. Todavia, em outubro houve nova alta, pois o balanço entre oferta e demanda voltou a ficar apertado.

Em 2009, os preços recuaram fortemente e apresentaram alta volatilidade devido à crise internacional e o regime de chuvas atípico ocorrido (CEPEA, 2010). A escassez de crédito reduziu a demanda externa por carne e também as possibilidades de empresas financiarem a produção e novos investimentos. Quanto às chuvas, estas vieram em excesso em boa parte da região Centro-Sul, aliviando a estiagem típica de meados do ano, mas forçando a entrega de lotes de confinados em momentos não programados.

Em 2010, voltou a prevalecer um cenário de baixa oferta do produto somado a um aumento na renda da população, o que deu espaço para o aumento dos preços atingindo uma cotação recorde dos últimos anos, conforme é possível observar na Figura 3.

### 2.1.5 Café Arábica

O primeiro contrato futuro de café foi lançado pela BM&F em 1986. Todavia, a versão atual do contrato data de 21 de outubro de 2002. O objeto de negociação deste contrato é o café arábica, em grão, cru, tipo 4-25 ou melhor, bebida dura ou melhor, para entrega no município de São Paulo, sendo negociado em US\$ por saca de 60 quilos.

Cada lote refere-se a 100 sacas ou 6.000 quilos líquidos e os meses de vencimento deste contrato são: março, maio, julho, setembro e dezembro, podendo o agente vendido entregar o produto na bolsa ou a realizar liquidação financeira. No que se refere ao número de contratos futuros agropecuários em aberto, o contrato futuro do café arábica ocupa a segunda posição entre os mais negociados. Em 2008, chegou a atingir aproximadamente 25.000 contratos em aberto.

A dinâmica de preços do café arábica está atrelada aos movimentos da safra nos três maiores produtores – Brasil, Vietnã e Indonésia. Na Figura 4 segue a evolução da produção mundial de café arábica e robusta e a produção dos quatro principais produtores entre 2000 e 2009.

Conforme é possível observar na Figura 4, a produção brasileira possui um comportamento bianual, apresentando crescimento em um ano e queda em outro. Como o Brasil representa 35% da produção mundial, segundo dados da Organização Internacional do Café (OIC), a produção mundial também passa a ter o comportamento bianual. Vale destacar que, em 2008, a Indonésia ultrapassou a Colômbia no ranking dos maiores produtores. Entre 2000 e 2009, a taxa de crescimento da produção de café neste país foi de 68%, enquanto a do Brasil foi de 26% e da Colômbia, país reconhecido pela boa qualidade de seu café, foi de -18%.

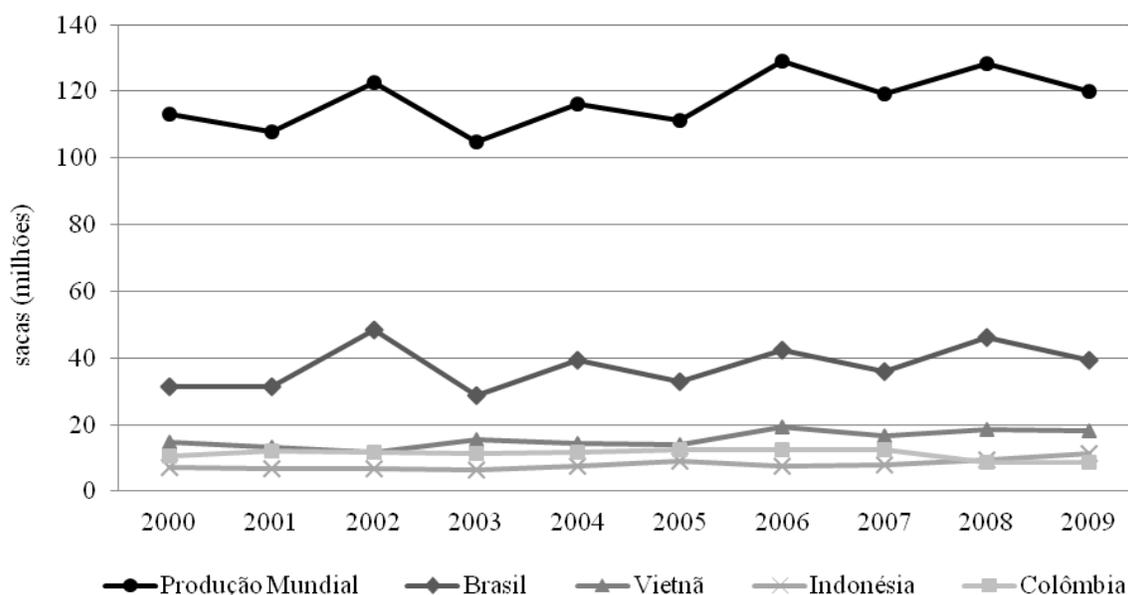


Figura 4 – Evolução da produção mundial de café arábica e robusta e produção dos quatro países maiores produtores entre 2000 e 2009

Fonte: OIC, 2010.

Segundo Nunes, et. al (2004), entre os anos safra 1997/1998 e 2001/2002 a oferta mundial foi superior a demanda por este produto, o que resultou em um período de queda nos preços. Em 2002, essa tendência se inverteu devido a fatores climáticos e expectativas pessimistas sobre a safra brasileira. Em 2003, os preços voltaram a cair, pois a perspectiva em relação à quantidade a ser produzida voltou a ser de crescimento dada a bianualidade da oferta o que poderia gerar um novo excedente. No entanto, no final do ano os preços voltaram a se recuperar, pois a expectativa em relação à oferta não se realizou.

Em 2004, de acordo com CEPEA (2010), a média do café arábica entre julho a dezembro, principal época de comercialização, esteve 31% acima da obtida no mesmo período de 2003. Esta virada nos preços ocorreu principalmente devido à redução nos excedentes mundiais do produto, cuja produção mundial foi de 104 milhões em 2003 e de 114 milhões em 2004, enquanto o consumo global foi superior: 112 e 118, respectivamente segundo dados da OIC (2010).

Nos anos de 2005 e 2006, o café apresentou alta volatilidade, mas continuou em tendência de alta. Em 2007, a oferta enxuta manteve os preços firmes, no entanto, considerando a bianualidade do café, a safra em 2008 foi acima do esperado aumentando a

oferta. Além disso, a crise no mercado financeiro iniciada nos Estados Unidos impactou fortemente a cotação do café derrubando ao mesmo patamar observado em 2005.

Em 2009 e 2010, dado os fundamentos altistas no mercado com base em um crescimento da demanda superior ao crescimento da oferta, a cotação do café se valorizou, ultrapassando o pico de 2008 em quase 40%, conforme é possível observar na Figura 5.

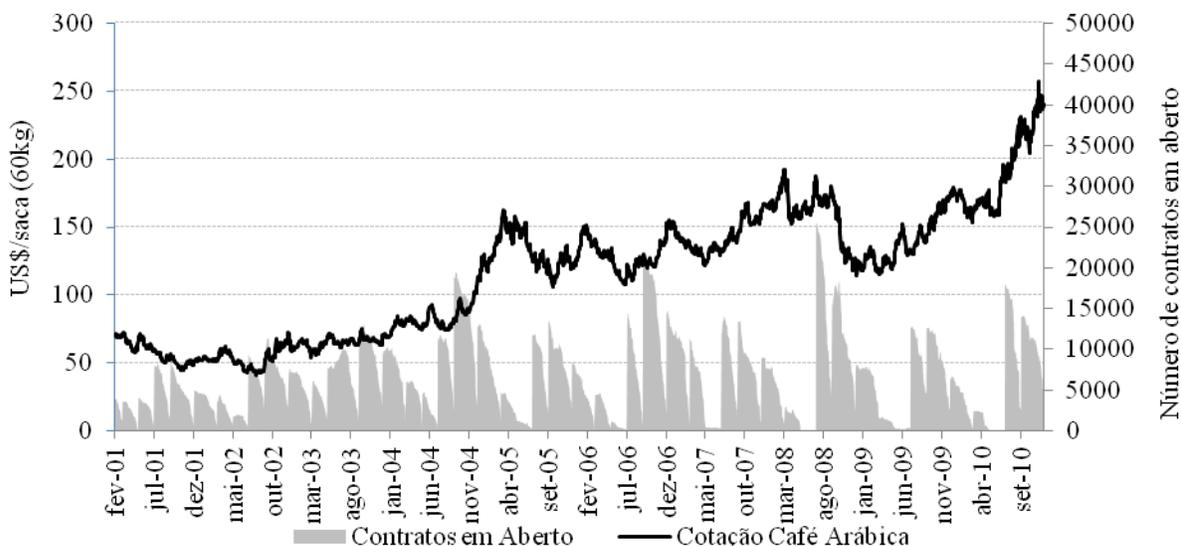


Figura 5 – Evolução da cotação e número de contratos em aberto do Café Arábica negociados na BM&FBOVESPA entre 2000 e 2010

Fonte: elaboração própria a partir de dados da BM&FBOVESPA, 2011

## 2.2 Estudos relacionados ao tema

Diversos estudos analisaram o desempenho da utilização de futuros de *commodities* em carteiras, no entanto, os resultados diferem de acordo com o período analisado, com o derivativo escolhido e com a estratégia de negociação adotada.

Estudos de Jensen et. al (2000), Gorton e Rouwenhorst (2006) e Chong e Miffre (2008) identificaram que a adição de contratos futuros de *commodities* em carteiras resulta em melhores retornos. Todavia, trabalhos de Edwards e Park (1996) e Mattos e Ferreira Filho (2003) mostraram que a adição destes derivativos nem sempre leva aos melhores *portfólios*. Estudos mais recentes como os Erb e Harvey (2006), Basu et al. (2006) e Silveira (2008)

identificaram que o sucesso da adição de *commodities* em carteiras depende também da estratégia adotada pelo administrador da carteira. Posições estáticas - comprar ou vender o derivativo e segurar por um longo prazo - pode não resultar nos melhores retornos possíveis, todavia posições dinâmicas adotando estratégias de negociação com base em análise técnica ou fundamentalista podem trazer retornos consideravelmente superiores.

O estudo realizado por Jensen et. al (2000), analisou os resultados da estratégia de comprar futuros de *commodities* e segurar por um longo período, entre 1973 e 1997, como um investimento único ou como parte de uma carteira composta por ações, títulos e investimentos imobiliários. Para isso utilizou o índice *Goldman Sachs Commodity Index* (GSCI) o qual inclui quatro produtos relacionados à energia, nove relacionados a metais e mais nove produtos agropecuários.

Considerando o período completo, os autores identificaram que a aplicação em apenas futuros de *commodities* resulta em um menor retorno e maior risco quando comparado aos resultados de investimentos em ações. Mas, quando adicionado a uma carteira de ações, os retornos e riscos desta foram melhorados significativamente, o que suporta a hipótese de que os futuros de *commodities* melhoram o desempenho de uma carteira. Ainda segundo Jensen et. al (2000), durante períodos de política monetária contracionistas, investimentos em futuros de *commodities* resultam em melhores retornos e menores riscos e melhoraram o desempenho das carteiras de forma mais significativa do que em períodos expansionistas.

Gorton e Rouwenhorst (2006) compuseram um índice próprio com futuros de *commodities* considerando metais, produtos relacionados à energia e produtos agropecuários e analisaram o resultado da adição deste índice em carteira composta por ações e títulos durante 1959 e 2004. Como resultado os autores identificaram que os retornos históricos oferecidos pelas *commodities* são efetivos na diversificação de carteiras, pois a correlação com tais ativos é negativa em quase todo período analisado. Segundo os autores, a principal explicação para esta correlação negativa decorre do fato de os futuros de *commodities* apresentarem um melhor desempenho em períodos de inflação inesperada, quando ações e títulos geralmente desapontam. Além disso, a inclusão de futuros de *commodities* em carteiras diversifica a variação cíclica dos retornos de ações e títulos.

Chong e Miffre (2008) analisaram a variação temporal na correlação condicional entre os retornos dos futuros *commodities* e ativos financeiros tradicionais como ações -

representadas pelo índice S&P 500 - e títulos de renda fixa. Entre as *commodities* consideradas estão 15 agropecuárias, cinco do setor de energia e mais cinco do setor de metais. O resultado da análise indicou uma redução na correlação condicional entre esses derivativos no decorrer do tempo, o que sugere que os futuros de *commodities* tem se tornado melhores ferramentas para diversificação em carteiras de ações. Além disso, o autor demonstrou que a correlação entre os retornos dos futuros de *commodities* e ações tende a ser ainda menor nos momentos em que o mercado de ações apresenta maior volatilidade do que as médias históricas.

Edwards e Park (1996) estudaram o desempenho do mercado de *commodities* como investimento nos EUA, para isso utilizaram três tipos de fundos focados em futuros de *commodities* entre 1983 e 1992: fundos administrados diretamente por CTAs, fundos privados administrados por *Commodity Pool Operator* - CPOs e fundos públicos de *commodities*. Incluindo em uma carteira de ações fundos administrados por CTAs ou CPOs os autores observaram uma melhora significativa de desempenho desta. A carteira ótima formada foi composta com 20% do capital investido nos fundos e 80% em ações, sendo o resultado desta inclusão um aumento no índice de Sharpe<sup>3</sup> em 28%.

No entanto, a adição de um único fundo escolhido aleatoriamente em uma carteira de ações resultou em uma melhora pouco significativa no desempenho desta. A alocação ótima neste caso é de menos de 5% do capital investido no fundo o que resulta também numa melhora na razão de Sharpe inferior a 5%.

Mattos e Ferreira Filho (2003), com foco em Brasil, avaliaram o potencial de utilização de contratos futuros agropecuários - açúcar, algodão, boi gordo, café arábica, milho e soja - na composição de carteiras de investimento em ações com ênfase no poder de redução de risco associado à estratégia de se manter tais ativos em uma carteira de investimento entre julho de 1994 e dezembro de 1998.

Como resultado o autor identificou que no período considerado os retornos do IBOVESPA superaram os retornos dos contratos futuros na maior parte do tempo. Além disso, os contratos futuros mostraram um risco maior que o IBOVESPA, o que os torna pouco atrativos como alternativa isolada de investimento. Analisando a inclusão de um único

---

<sup>3</sup> Índice de Sharpe – indicador que permite avaliar a relação entre o retorno e o risco dos fundos.

contrato futuro em carteiras de ações observou-se redução no risco da carteira em 98% dos casos analisados, mas essa redução não foi suficiente para compensar a perda no retorno. Combinando o IBOVESPA com seis contratos futuros o autor verificou que era possível construir carteiras mais eficientes, embora essas não fossem as mais eficientes que poderiam ser formadas no mercado.

De acordo com Erb e Harvey (2006), na média, os retornos dos futuros de *commodities* em geral (energia, metais e agropecuárias) são estatisticamente diferente de zero, todavia *portfólios* formados com *commodities* podem apresentar retornos similares aos do mercado de ações se atingirem um alto nível de diversificação. Evidências históricas sugerem que estratégias baseadas em momentos de entrada e saída ou em informações sobre a estrutura dos preços futuros têm atingido retornos atrativos. No entanto, não há garantia de que no futuro tais retornos continuem sendo obtidos.

Basu et al. (2006), considerando a possibilidade de investir no mercado futuro de *commodities*, em ações e em um investimento livre de risco definiu uma estratégia de alocação dinâmica do capital utilizando a pressão de hedge como uma variável chave para prever os momentos de entrada e saída de cada mercado. Em suma, os autores trabalharam com uma carteira cuja alocação dos ativos era alterada a cada semana conforme sugeria o indicador de pressão de hedge de cada investimento. O período analisado foi de outubro de 1992 a maio de 2006 e as séries utilizadas foram o índice S&P 500 como representante do mercado de ações; cobre e petróleo como representantes das *commodities* e certificados de depósitos como ativo livre de risco. Segundo o autor, esta estratégia indica o momento certo de entrar antes de um “boom” e de sair antes da correção, apresentando historicamente um retorno significativamente acima da média.

Silveira (2008) analisou o impacto da utilização de contratos futuros agropecuários – café arábica, soja, milho, açúcar cristal, etanol e boi gordo – negociados na BM&FBOVESPA no risco e retorno de uma carteira diversificada composta por ações, títulos, ouro e dólar entre 1994 e 2007 considerando estratégias estáticas, dinâmicas e a inserção de fundos focados em derivativos agropecuários.

Os resultados obtidos pelo autor mostraram que as estratégias estáticas de compra e venda de futuros agropecuários elevaram o desempenho medido pela relação entre risco e retorno da carteira diversificada, principalmente entre 2002-2003, 2004-2005 e 2006-2007.

Todavia, ao utilizar a amostra completa, 1994 a 2007, e os sub-períodos 1994-2000, 2001-2007 e 2004-2007, tais derivados, mesmo apresentando correlação baixa em relação aos demais ativos da carteira, não se constituíram em instrumentos atrativos como componente de um *portfólio*, pois apresentaram riscos elevados para retornos médios e baixos. Sendo assim, o autor constatou que ao utilizar estratégias com longa duração, os bons resultados obtidos em um período são neutralizados em outros períodos.

Considerando o uso de derivativos agropecuários com estratégias dinâmicas, baseadas em médias móveis, o autor identificou como resultado um impacto positivo no desempenho frente aos resultados da carteira original e daquela em que se introduziram posições estáticas. Todavia, para o período completo da amostra e para período, entre 1994 e 2000, o uso de derivativos não apresentou melhor desempenho.

Ao introduzir os fundos Sparta Anti-Cíclico e Guepardo FIA<sup>4</sup>, caracterizados pela utilização de derivativos agropecuários e pela adoção de uma gestão dinâmica, também foi observado um aumento no desempenho do *portfólio* diversificado a níveis em que o investimento original obteria, além de uma forte redução de risco para certas faixas de rentabilidade.

Como conclusão, o autor afirma que os derivativos agropecuários são instrumentos capazes de elevar o desempenho de uma carteira diversificada para vários sub-períodos, sendo que, em períodos mais curtos (biênios), os resultados são melhores. A utilização de análises técnicas e fundamentalistas para determinar momentos de entrada e saída podem elevar ainda mais o desempenho das carteiras.

---

<sup>4</sup> O fundo Sparta Anti-Cíclico é gerido pela Sparta *Asset Management* e é composto por *commodities* agropecuárias como boi gordo, café, soja, milho, trigo e açúcar. Já o fundo Guepardo FIA é gerido pela Guepardo Investimentos Ltda e neste os futuros do boi gordo negociado na BM&FBOVESPA possuem forte participação

### 3 METODOLOGIA

#### 3.1 Retornos

O retorno sobre um investimento é medido como o total de ganhos ou perdas provenientes desse investimento durante certo período de tempo. De acordo com Moretin (2008), na prática é preferível utilizar os retornos obtidos com as variações dos preços do que os próprios preços, pois os primeiros apresentam propriedades estatísticas mais interessantes como a estacionariedade (média e variância da série não se alteram no decorrer do tempo). Além disso, raramente apresentam tendência ou sazonalidade.

Bawa e Chakrin (1979) destacam que os preços dos ativos financeiros assim como os seus retornos são bem aproximados pela distribuição lognormal. Sendo assim, a taxa de retorno contínua adotada será dada pelo logaritmo natural da variação diária do valor do ativo.

$$R_t^I = \ln\left(\frac{P_t^I}{P_{t-1}^I}\right) \quad (3)$$

Em que:

$R_t^I$  é a taxa de retorno no dia t;

$P_t^I$  é a cotação do derivativo no dia t; e

$P_{t-1}^I$  é a cotação do derivativo no dia anterior (t-1).

Tal construção equivale a transformar a série original, mediante aplicação de logaritmo e tomando em seguida uma diferença tendo como objetivo torná-la estacionária.

O método do cálculo da taxa de retorno será utilizado para se obter os retornos diários do IBOVESPA e dos investimentos em contratos futuros agropecuários. Com o intuito de melhor explorar as relações entre mercado de ações e mercado futuros, será analisada a relação entre os retornos do IBOVESPA e

- ✓ Contrato futuro do boi gordo considerando posição comprada;
- ✓ Contrato futuro do café arábica também considerando posição comprada.

- ✓ Contratos futuros do boi gordo e café arábica em posição comprada durante todo o período (estratégia estática), sendo que as participações de cada contrato será definida com base na metodologia desenvolvida por Markowitz para alocação ótima dos ativos da carteira, a qual segue descrita na seção 5.1.2; e
- ✓ Contratos futuros do boi gordo e café arábica em posições compradas ou vendidas (estratégia dinâmica) conforme sugere o indicador de análise técnica média móvel (30 dias). Neste caso também será utilizada a metodologia de Markowitz para definição da participação de cada contrato.

Vale lembrar que os trabalhos de Erb e Harvey (2006), Basu et al. (2006) e Silveira (2008) identificaram um melhor resultado em investimentos no mercado futuro de *commodities* utilizando estratégia dinâmica do que nos de estratégia estática, sendo esta a motivação para analisar também este tipo de carteira.

Na prática, as estratégias dinâmicas utilizam em conjunto os indicadores de análise técnica assim como todo o acompanhamento e estudo de mercado da análise fundamentalista. Neste estudo, no entanto, será considerada somente a análise técnica utilizando médias móveis como critério de decisão, pois esta permite realizar um sistema de negócios sem a existência de critérios subjetivos.

### **3.2 Médias Móveis**

A análise técnica ou grafista busca prever a tendência futura dos preços e o rumo do mercado com base na análise das informações passadas dos preços, principalmente com o uso de gráficos e, atualmente, técnicas computadorizadas. A premissa básica dos grafistas é de que os movimentos de preços seguem padrões tornando possível o uso os gráficos para identificar esses padrões, definir indicadores e com eles determinar os momentos de entrada e saída do mercado.

Entre os indicadores mais utilizados estão os de média móvel, estocástico, índice de força relativa, bandas de *bollinger*, linhas de tendência, suporte e resistência entre outros. Conforme mencionado anteriormente, neste trabalho, será utilizado o indicador de média móvel, o qual se define como a média aritmética móvel dos últimos  $n$  dias de negociação,

sendo  $n$  determinado pelo investidor. Por ser média, apresenta oscilações menos acentuadas do que as cotações diárias e caminha atrás dos preços (Marques *et. al.*, 2008).

O calculo da média móvel com  $n$  defasagens é feito através da seguinte fórmula (Satti, 2003).

$$P_t(m) = \frac{\sum_{i=1}^n P_{t-i}}{n} \quad (4)$$

Os sinais de mudança de posição são dados quando o preço de fechamento cruza a média móvel. O momento de entrar em uma posição comprada é definido quando a média móvel cruza com o gráfico de linha referente à cotação do contrato futuro sendo que esta cotação estava abaixo no período anterior. Por outro lado, quando a média móvel cruza com a cotação do contrato futuro quando esta estava acima indica o momento de inverter a posição de comprado para vendido (Satti, 2003).

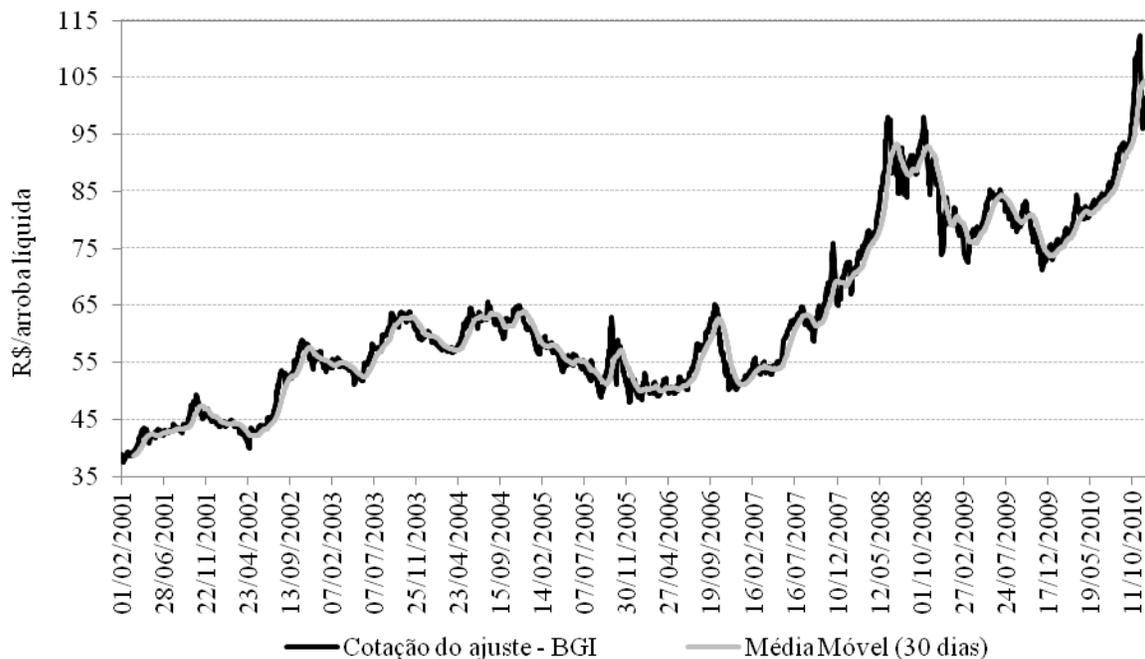


Figura 6 – Série de preço do contrato futuro do boi gordo negociado na BM&FBOVESPA e média móvel de 30 dias

Fonte: elaboração própria a partir de dados da BM&FBOVESPA, 2011

Para reduzir o número de operações realizadas e consequentemente os custos de transação, alguns investidores utilizam duas médias móveis - uma de curto prazo e outra de longo prazo - e trocam de posição quando as médias móveis se cruzam. Isto é, no momento em que a média móvel de curto prazo cruza a média móvel de longo prazo sendo que a primeira estava abaixo é momento de entrar comprado. Por outro lado, quando cruzam e a média móvel de curto prazo estava acima, é momento de reverter a posição e entrar vendido.

Este método será utilizado para definição das posições a serem adotadas no cenário de estratégia dinâmica. Conforme mencionado previamente, a participação de cada derivativo na carteira (boi gordo e café arábica) será determinada com base na teoria do *portfólio* desenvolvida por Markowitz, cujos principais pontos constam a seguir.

### **3.3 Moderna Teoria do *Portfólio***

A teoria de Markowitz baseia-se no princípio de que o retorno é desejável aos investidores, por isso deve ser maximizado enquanto o risco é indesejável devendo ser minimizado (Markowitz, 1952).

Para Markowitz, a melhor estratégia para maximizar o retorno dado um nível de risco é a diversificação, isto é, a composição de carteira com diferentes ativos cujos retornos são impactados por diferentes fatores. Teoricamente, quando um determinado evento motivar a queda no retorno de um ativo específico, os demais não seriam afetados da mesma maneira e compensariam esta queda.

Com base nestes princípios, a Teoria do *Portfólio* foi desenvolvida para seleção de aplicações financeiras capazes de maximizar a utilidade esperada de um investidor, a qual é medida em termos de retorno esperado e risco. Para isso, Markowitz adotou algumas premissas como as citadas por Silveira (2008):

1. Os agentes são racionais e avessos ao risco;
2. A decisão de investimento em uma carteira de ativos tem uma estrutura temporal de um só período;
3. Na análise de investimento, os agentes observam certas distribuições de probabilidades para os retornos esperados, sendo tais probabilidades subjetivas;

4. A escolha da carteira é baseada no trade-off entre retorno esperado e risco da carteira. Assim, a curva de utilidade do investidor é uma função destas duas variáveis;
5. Não se consideram os custos de transação e impostos.

O retorno esperado da carteira é dado pela média ponderada dos retornos esperados de cada um dos ativos, conforme fórmula 5.

$$E(R_p) = \sum_{i=1}^N w_i R_i \quad (5)$$

$E(R_p)$  = retorno esperado da carteira;

$w_i$  = participações de cada ativo na carteira;

$R_i$  = retornos de cada um dos ativos da carteira.

Para mensurar a variável risco Markowitz considera a variância dos retornos das séries e no caso de uma carteira de ativos, o risco ou a variância não depende apenas das variâncias dos ativos que a compõem, mas também das covariâncias entre estes ativos. Matematicamente, para uma carteira composta por N ativos, tem-se:

$$Var(R_p) = \sum_{j=1}^N Var(X_j) w_j^2 + \sum_{j=1}^N \sum_{k=1}^N w_j w_k Cov(X_j, X_k) \quad (6)$$

$Var(R_p)$  = variância do retorno da carteira;

$w_j$  = participação de cada ativo na carteira;

$Var(X_j)$  = variância dos retornos de cada ativo da carteira;

$Cov(X_j, X_k)$  = covariância entre os retornos dos ativos da carteira.

A covariância indica em que grau os retornos de dois ativos variam conjuntamente. Um valor positivo da covariância entre dois ativos significa que os retornos destes tendem a

mover-se na mesma direção ao longo do tempo, enquanto valores negativos significam que os retornos movem em direções opostas.

Considerando as variáveis risco ( $\sigma$ ) e retorno ( $\mu$ ), a estratégia de diversificação proposta por Markowitz consiste na minimização da variância dado um determinado nível de retorno esperado, ou na maximização do retorno esperado dado certo nível de risco. Para cada nível de risco (retorno) determinado deve ser obtida a participação de cada ativo na carteira de forma a maximizar o retorno esperado ou se definido o retorno minimizar o risco.

A combinação dos vários níveis de risco e retornos formam a fronteira eficiente (linha entre pontos  $w$  e  $z$ ), isto é, pontos ótimos que podem ser escolhidos pelo investidor dependendo do perfil do mesmo. Investidores avessos ao risco optam por carteira entre o ponto  $y$  e  $w$  enquanto investidores amantes do risco tendem a escolher carteiras entre  $y$  e  $z$ .

De acordo com Hieda e Oda (1998), o ponto  $w$  (vértice da região hiperbólica) é o ponto de mínimo risco das possíveis carteiras formadas, sendo então o ponto a ser escolhido pelos investidores totalmente avessos ao risco. Apesar de todos os pontos entre  $q$  e  $z$  serem considerados como pontos ótimos, neste trabalho será adotado o ponto de mínimo (menor variância ou desvio padrão) como ponto ótimo.

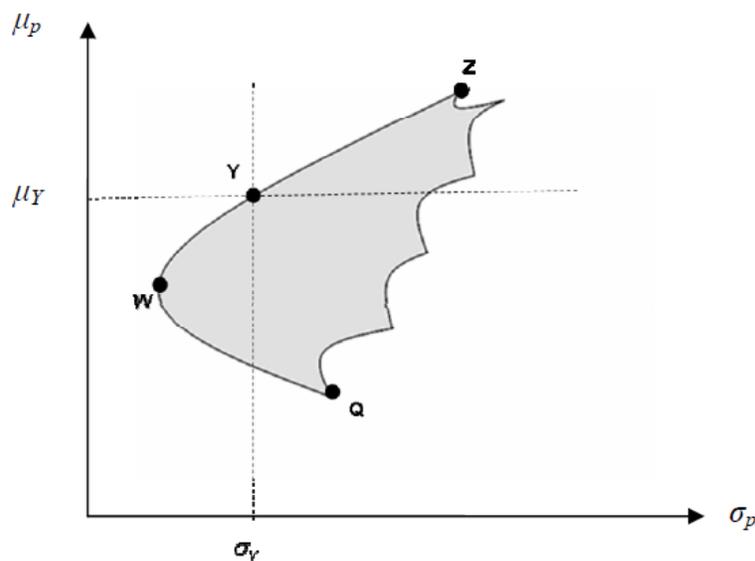


Figura 7 – Conjunto de oportunidade de investimento para 2 ativos com risco.

Fonte: Silveira (2008)

Embora tenha recebido inúmeras críticas como “será a variância a melhor medida de risco?” ou “os investidores são racionais?”, a matemática utilizada nestes problemas é

relativamente simples o que contribuiu para que a técnica de diversificação científica proposta por Markowitz fosse adotada por investidores no mundo todo.

### 3.4 Modelo de Regressão

Com base na metodologia desenvolvida por Baur e Lucey (2009), busca-se neste trabalho identificar como os retornos dos contratos futuros do boi gordo e café arábica se comportam em relação aos retornos do IBOVESPA. Para isso, serão consideradas três categorias – porto seguro, hedge e diversificador – cujas descrições constam a seguir.

*Porto Seguro:* ativo não correlacionado ou negativamente correlacionado ao IBOVESPA em momentos específicos de crise.

A adição de ativos portos seguros em carteira de ações reduz a intensidade das perdas em momentos de turbulência no mercado de ações, pois seus preços sobem quando os preços das ações caem. Estes ativos recebem esta denominação, pois são seguros quando o ambiente não apresenta condições favoráveis, mas não são ativos que devem ser mantidos em carteira por muito tempo, assim como os navios não devem ficar nos portos por muito tempo.

*Hedge:* ativo não correlacionado ou negativamente correlacionado com outro ativo ou *portfólio* em longos períodos de tempo.

Os ativos considerados como hedge não possuem a propriedade de reduzir perdas em momentos de crise e queda no mercado de ações, pois estes não possuem correlação nula ou negativa em períodos específicos, mas sim durante longos períodos. Estes ativos podem ser mantidos em carteiras por mais tempo, pois tendem a reduzir a volatilidade, ou seja, o risco da carteira.

*Diversificador:* ativo positivamente correlacionado, mas não perfeitamente correlacionado com outro ativo ou *portfólio*.

Assim como o ativo hedge, os ativos diversificadores reduzem o risco da carteira, mas não protegem o investidor em momentos de crise no mercado de ações.

Para analisar a relação entre os retornos do IBOVESPA e retornos dos contratos futuros será utilizada a equação a seguir, similar a apresentada por Baur e Lucey (2009). Nesta equação os retornos obtidos com o investimento em contratos futuros serão considerados como uma variável dependente dos retornos apresentados pelo IBOVESPA durante todo o período e em momentos específicos de queda no mercado de ações, os quais

são capturados pelo quantis inferiores da distribuição obtida com todos os retornos do IBOVESPA.

$$r_{\text{fut}} = a + \sum b_{1,q} r_{\text{fut},t-1} + \sum b_{2,q} r_{\text{ibov},t-1} + \sum b_{3,q} r_{\text{ibov},t-1(q)} + \varepsilon_t \quad (7)$$

$r_{\text{fut}}$  = retorno dos contratos futuros no período presente;

$r_{\text{fut},t-1}$  = retorno dos contratos futuros em períodos defasados;

$r_{\text{ibov},t-1}$  = retorno do IBOVESPA nos períodos presente e defasados; e

$r_{\text{ibov},t-1(q)}$  = retornos situados nos quantis (q) inferiores da distribuição dos retornos do IBOVESPA nos períodos presente e defasados.

Na Figura 8 consta a distribuição de frequência relativa do IBOVESPA. As seis primeiras classes com retornos entre -12,10% e -2,43% e que representam 9,2% do total de dados serão consideradas como os momentos de crise no mercado de ações. Na metodologia de Baur e Lucey (2009) utiliza-se quantis para obter os retornos que serão considerados como períodos de crise. Neste trabalho, apesar destes períodos terem sido selecionados com base na distribuição de frequência relativa, pode-se afirmar que foram considerados como períodos de crise os retornos pertencentes ao quantil 9,2%.

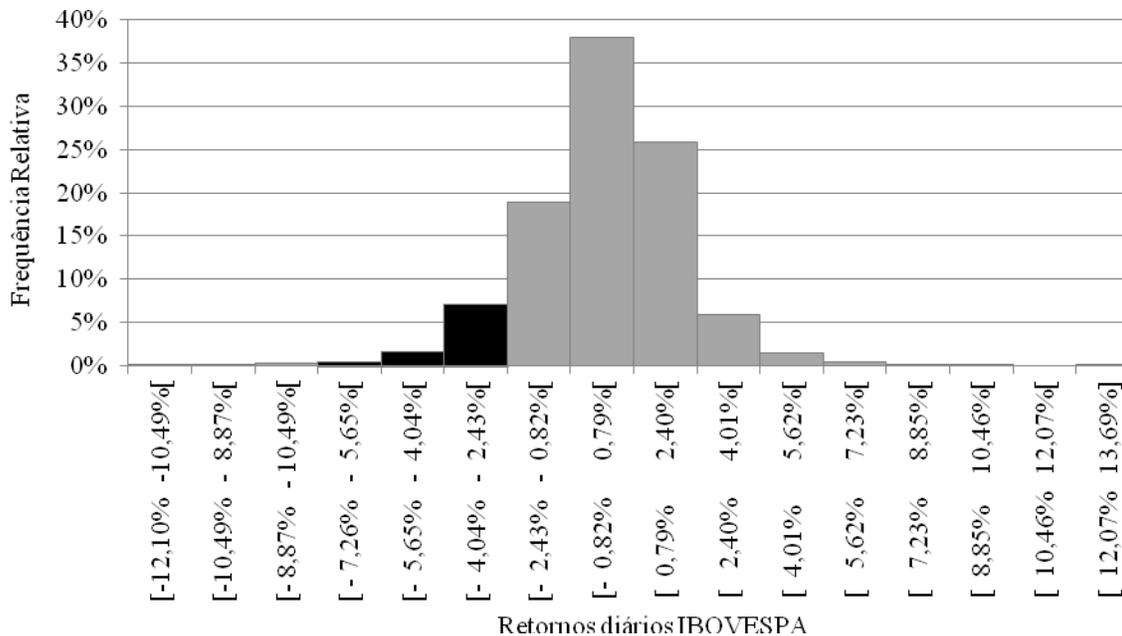


Figura 8 – Distribuição de frequência relativa dos retornos diários do IBOVESPA com as classes a serem consideradas como períodos de crise

Fonte: elaboração própria a partir de dados da BM&FBOVESPA, 2011

Considerando a equação 7, se  $b_1$  for menor ou igual zero ( $b_1 \leq 0$ ), os contratos futuros funcionam como hedge em relação ao índice de ações, pois os ativos são negativamente correlacionados entre si durante todo o período. Se  $b_1$  estiver no intervalo entre zero e um ( $0 < b_1 < 1$ ) funcionam como diversificadores, pois os ativos apresentam correlação positiva, mas não perfeita.

Para identificar se os contratos futuros atuam como porto seguro é preciso analisar o comportamento de  $b_1$  e  $b_2$ . Se a soma destes coeficientes é não positiva, pode-se considerar que os contratos futuros agem como portos seguros, pois são negativamente correlacionados. Isto significa que em momentos de quedas nos mercado de ações, as cotações dos futuros sobem compensando as perdas.

Tabela 5 - Síntese das hipóteses do modelo

Hipóteses	Parâmetro
1 Porto Seguro	$b_1 + b_2 \leq 0$
2 Hedge	$b_1 \leq 0$
3 Diversificador	$b_1 > 0$

Fonte: Baur e Lucey (2009).

A hipótese deste trabalho é que os contratos futuros agropecuários atuam como portos seguros em relação ao mercado de ações. Sendo assim, espera-se que as somas dos coeficientes  $b_1$  (retornos do IBOVESPA durante todo o período) e  $b_2$  (retornos do IBOVESPA em períodos de crise) seja menor ou igual a zero. Caso a soma seja maior que zero, deve-se analisar apenas  $b_1$  para se identificar se atuam como hedge ou diversificadores.

A relação entre as variáveis deverá ser analisada ao longo do tempo, pois os retornos defasados podem apresentar impactos diferentes dos apresentados pelo retorno em tempo presente. Para isso serão utilizados os modelos *Autoregressive Moving Average* - ARMA e *Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity* - GARCH para se estimar os coeficientes da equação.

### 3.4.1 Modelos ARMA (p,q)

De acordo com Morettin (2008), o modelo ARMA (p,q) é composto por dois processos, um auto-regressivo AR(p) e outro de médias móveis MA(q), sendo “p” a ordem da parte auto-regressiva e “q” a ordem do processo médias móveis. O primeiro processo considera apenas as informações passadas para explicar a série em estudo. Sendo assim, o modelo AR (p) é obtido por

$$X_t = \phi_0 + \phi_1 X_{t-1} + \dots + \phi_p X_{t-p} + \varepsilon_t \quad (8)$$

em que  $\phi_0, \phi_1, \dots, \phi_p$  são parâmetros reais e  $\varepsilon_t \sim$  ruído branco – RB(0,  $\sigma^2$ ), isto é, os resíduos são não correlacionados –  $\text{Cov}\{\varepsilon_t, \varepsilon_s\} = 0, t \neq s$ .

O processo MA(q) é uma combinação linear das q defasagens dos resíduos dos modelos ( $\varepsilon_t$ ) que por definição é um ruído branco.

$$X_t = \mu + \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1} - \dots - \theta_q \varepsilon_{t-q} \quad (9)$$

em que  $\mu, \theta_1, \dots, \theta_q$  são constantes reais  $\varepsilon_t \sim$  RB(0,  $\sigma^2$ ).

Em alguns casos, por se fazer necessário a utilização de um grande número de parâmetros em modelos puramente AR ou MA, torna-se vantajoso combinar os componentes auto-regressivos e de médias móveis, gerando um modelo ARMA(p,q) conforme definido na equação a seguir e com um menor numero de termos (MORETTIN, 2008).

$$X_t = \phi_0 + \sum_{i=1}^p \phi_i X_{t-i} + \varepsilon_t - \sum_{i=1}^q \theta_i \varepsilon_{t-i} \quad (10)$$

em que  $\phi_0, \phi_1, \dots, \phi_p$  e  $\theta_1, \dots, \theta_q$  são parâmetros reais e  $\varepsilon_t \sim$  RB(0,  $\sigma^2$ ).

Vale destacar que os três modelos acima assumem como premissa que as séries são estacionárias, isto é, oscila ao redor de uma média constante com uma variância também constante.

### 3.4.2 Modelos ARCH(m) e GARCH(m,n)

Como a volatilidade dos retornos tende a variar no decorrer do tempo, Baur e Lucey (2009) seguindo metodologia adotada por Capie et al. (2005) estimaram um modelo dinâmico de regressão no qual o erro exhibe heterocedasticidade condicional auto-regressiva modelada via um processo GARCH.

O modelo GARCH como o próprio nome diz é uma generalização do modelo *Auto Regressive Conditional Heteroskedasticity* - ARCH sugerida por Bollerslev (1986, 1987 e 1988) e amplamente utilizado especialmente quando se trabalha com variáveis financeiras em que interessa ter informação não só sobre a rentabilidade da aplicação, mas também sobre o risco (variância) a ela associado (MORETTIN, 2008).

Os modelos econométricos normalmente assumem que a variância é constante no decorrer do tempo, já os modelos ARCH introduzidos por Engle (1982) permitem que a variância condicional se altere como uma função dos erros passados conforme equação a seguir.

$$h_t = \alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \alpha_2 \varepsilon_{t-2}^2 + \dots + \alpha_m \varepsilon_{t-m}^2 \quad (11)$$

O modelo GARCH, proposto por Bollerlev (1986) como uma generalização do modelo ARCH, assume que a variância condicional depende não só dos quadrados dos choques aleatórios ocorridos nos instantes de tempo imediatamente anteriores, mas também das próprias variâncias condicionais dos instantes de tempo imediatamente anteriores.

$$h_t = \alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \alpha_2 \varepsilon_{t-2}^2 + \dots + \alpha_m \varepsilon_{t-m}^2 + \beta_1 h_{t-1} + \beta_2 h_{t-2} + \dots + \beta_m h_{t-m} \quad (12)$$

O efeito realimentador proporcionado pela introdução das variâncias condicionais defasadas faz com que o modelo GARCH tenha uma representação mais parcimoniosa quando comparado ao modelo ARCH, posto que em muitos casos a dependência temporal da variância condicional exige a utilização de grandes valores para  $m$  a fim de evitar o aparecimento de variâncias negativas. Tal fato é considerado a grande vantagem da generalização proposta por Bollerslev (MORETTIN, 2008).

### 3.4.3 Modelos ARMA(p,q) - GARCH(m,n)

Considerando os modelos ARMA e GARCH descritos nas seções anteriores, um modelo ARMA – GARCH utiliza modelagem ARMA para medir a média condicional e um modelo GARCH para a volatilidade condicional.

O primeiro passo para se identificar este processo é testar a estacionariedade das séries de retorno. Para isso, foi aplicado o teste estatístico Dickey-Fuller Aumentado - ADF - desenvolvido por em Dickey e Fuller (1979 e 1981). Esse teste utiliza a seguinte regressão.

$$\nabla y_t = \alpha + \beta t + (\rho_1 - 1)y_{t-1} - \sum_{j=1}^{p-1} \rho_{j+1} \nabla y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (13)$$

Em que  $\alpha$  é o intercepto,  $t$  é a tendência,  $\nabla$  é o operador de diferença ( $\nabla y_t = y_t - y_{t-1}$ ) e  $\nabla y_{t-1}$  é a própria variável dependente diferenciada e defasada. O número de defasagens é determinado pelo menor valor do Critério de Schwarz (SBC), e visa eliminar a autocorrelação dos resíduos. Finalmente  $\varepsilon_t$  representa a estrutura de erro, a qual se assume ser idêntica e independentemente distribuída (IID).

O teste de raiz unitária testa a hipótese nula de presença de raiz unitária ( $\rho = 1$ ) contra a hipótese alternativa de que a série é estacionária ( $\rho > 1$ ), considerando a presença ou não da constante/ou da tendência.

A estatística ADF, usada no teste, é um número negativo, e quanto mais negativo, mais indicativo o teste se torna de rejeitar a hipótese nula de que existe raiz unitária, comprovando a hipótese de que a série de retorno é estacionária.

Em seguida, deve-se ajustar um modelo *Autoregressive Moving Average* (ARMA) para remover a correlação serial da série de retornos, no caso desta existir. Modelos ARMA de ordens baixas como ARMA (1,1), ARMA (1,2), ARMA (2,1) ou ARMA (2,2) deverão ser estimados e será escolhido o modelo que melhor se ajusta de acordo com o critério de Informação de Akaike.

O critério de Informação de Akaike (Akaike, 1973 e 1974) sugere escolher o modelo que minimiza AIC, sendo  $\ln \hat{\sigma}^2$  o estimador de máxima verossimilhança de  $\sigma^2$  e  $n$  o número de parâmetros.

$$AIC = (-2) \ln \hat{\sigma}^2 + 2n \quad (14)$$

Ozaki (1977) testou a eficiência deste critério com exemplos numéricos e concluiu que este método de identificação, além de ser facilmente calculado é forte o suficiente para determinar o modelo a ser escolhido.

Corrigidas as autocorrelações é preciso verificar se a série apresenta heterocedasticidade condicional. Basicamente, há duas vias para se realizar este teste: teste de Box-Pierce-Ljung para  $\hat{\rho}_k$  e teste de multiplicadores de Lagrange (ML).

1. Box e Pierce (1970) sugeriram um teste para identificar a presença de autocorrelações nos resíduos estimados e Ljung e Box (1978) propuseram um aprimoramento deste teste resultando na seguinte regra de decisão: se o modelo for apropriado, a estatística da Equação 14 terá uma distribuição  $\chi^2$  com  $K-p-q$  graus de liberdade. A hipótese de ruído branco para os resíduos, ou seja, os resíduos não são autocorrelacionados é rejeitada quando  $Q(K)$  excede o valor tabelado dado certo nível de significância.

$$Q(K) = n(n+2) \sum_{k=1}^K \frac{\hat{\rho}_k^2}{(n-k)} \quad (15)$$

Caso seja identificada a presença de autocorrelações nos resíduos será preciso corrigi-las modelando a variância condicional. No entanto, como a especificação do modelo GARCH é mais difícil e sutil, sugere-se a estimação de modelos com ordem baixa (Morettin, 2008).

### **3.5 Base de Dados**

Neste trabalho serão utilizadas três séries históricas diárias: evolução do IBOVESPA, preços de fechamento do contrato futuro do café arábica e preço de fechamento do contrato futuro do boi gordo. Com base nestas séries serão calculados os retornos.

Os preços de fechamento são relativos ao mês de vencimento mais próximo, exceto no próprio mês de vencimento, quando os preços do segundo mês de vencimento serão utilizados. Este será utilizado, pois próximo ao encerramento do contrato as cotações variam acentuadamente refletindo não apenas os fundamentos do mercado, mas também os encerramentos e rolagem de posições dos agentes que não possuem o interesse de receber ou entregar o produto em questão.

O período a ser considerado será de fevereiro de 2001 a novembro de 2010.

### **3.6 Ferramentas Computacionais**

No decorrer deste trabalho foram utilizados dois diferentes softwares para testes, análises, estimação e modelagem dos dados. Para análise das funções de autocorrelação (FAC) e de autocorrelação parcial (FACP), testes de hipóteses e estimativa dos modelos ARMA foi utilizado o software livre R. Já a modelagem final dos modelos ARMA-GARCH foi desenvolvida no software E-views.

## 4 RESULTADOS

### 4.1 Retornos do IBOVESPA, BGI e ICF

Na Tabela 6 encontram-se as principais características das séries do IBOVESPA (IBOV), boi gordo (BGI) e café arábica (ICF) em posições compradas. Apesar de o IBOVESPA ter apresentado o maior retorno médio diário (0,0567%) entre fevereiro de 2001 e novembro de 2010, também apresentou o maior desvio padrão (1,97%), ou seja, maior risco. O café arábica ofereceu o segundo maior retorno médio diário (0,0497%), porém com um desvio padrão (1,94%) muito próximo ao do IBOVESPA. Já o boi gordo, neste período de tempo foi o contrato mais conservador, com menor retorno (0,0375%) e também menor risco (desvio padrão 0,99%).

Tabela 6 - Estatística descritiva dos retornos diários do IBOVESPA, boi gordo e café arábica

Variável	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão	Assimetria	Curtose
IBOV	-12,10%	13,68%	0,0567%	1,97%	-0,14	7,10
BGI	-4,23%	5,95%	0,0375%	0,99%	0,38	7,39
ICF	-8,19%	12,40%	0,0497%	1,94%	0,50	6,23

Fonte: elaboração própria a partir de dados da BM&FBOVESPA, 2011

Apesar do retorno médio diário do IBOVESPA ser superior aos retornos médios diários dos contratos futuros, o teste t para comparação das médias não permite afirmar que tais médias são diferentes. Comparando o retorno médio diário do boi gordo e do IBOVESPA tem-se que a estatística  $t = 0,429$  é menor que o valor crítico bi-caudal 1,96, ou seja, não se rejeita a hipótese  $H_0$  de que as médias não diferem significativamente. Para o café arábica a estatística é igual a  $t = 0,125$  enquanto que o valor crítico bi-caudal também é próximo a 1,96, levando a não rejeitar a hipótese  $H_0$  de que as médias não diferem.

Todas as séries apresentaram coeficiente de curtose – grau de achatamento da distribuição – acima de 3, o que indica que os retornos possuem caudas longas (pesadas) sugerindo que a série não é normalmente distribuída.

Quanto à assimetria, teoricamente a distribuição dos retornos pode ser classificada como simétrica, quando a mediana e moda coincidem com a média; assimétrica positiva, quando mediana e moda são inferiores a média e assimétrica negativa, quando a mediana e moda são superiores a média. A série de retornos do IBOVESPA apresenta assimetria negativa, ou seja, há uma frequência maior de retornos acima da média. Já os retornos do café arábica e boi gordo apresentam assimetria positiva, ficando a mediana e moda abaixo da média. Esta característica favorece o investimento em ações, pois além da média dos retornos do IBOVESPA ser superior a média dos retornos do café arábica e boi gordo, há uma maior probabilidade dos retornos serem superiores a média, enquanto para os contratos futuros a probabilidade dos retornos serem inferiores a média é maior do que a probabilidade de serem superiores.

Na Figura 9 é possível observar a evolução dos retornos destas três séries no decorrer do tempo. Nota-se que as oscilações no retorno do BGI são menos intensas que as oscilações do ICF que por sua vez são inferiores as oscilações do IBOVESPA.

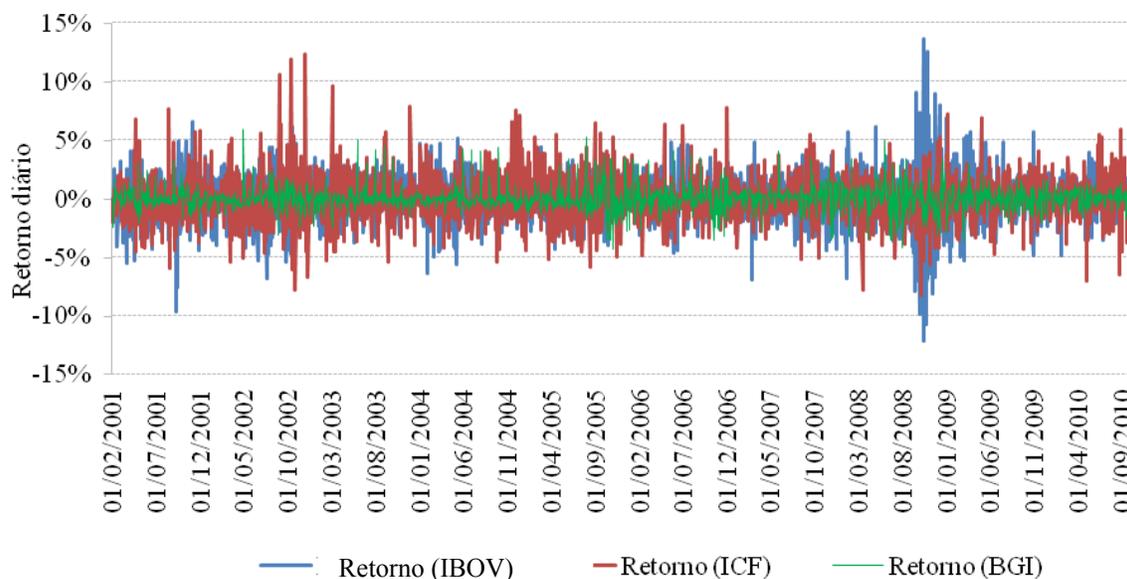


Figura 9 – Retornos diários do IBOVESPA(IBOV), café arábica (ICF) e boi gordo (BGI)

Fonte: elaboração própria a partir de dados da BM&FBOVESPA, 2011

Em 2002 e 2004, os retornos do café arábica apresentaram maiores variações devido a expectativas pessimistas em relação à safra brasileira, cenário de oferta bastante apertado e

condições climáticas desfavoráveis a cultura o que colocou ainda mais pressão nas cotações do produto. Já no decorrer da crise econômica de 2008 e 2009, os retornos do IBOVESPA apresentaram variações superiores às apresentadas pelo BGI e ICF. Nesta época, muitos bancos americanos decretaram falência impactando negativamente o mercado acionário no mundo todo. Após dias de quedas, intervenções governamentais positivas também causaram retornos diários acima de 10%, pois muitos investidores aproveitavam a oportunidade para comprar ações desvalorizadas gerando uma pressão de compra e elevação nas cotações.

Apesar de o mercado de ações e contratos futuros agropecuários responderem as variações nos fundamentos macroeconômicos, muitos dos fatores que impactam o mercado das *commodities* agropecuárias como, por exemplo, o clima não causa impacto algum no mercado de ações. Este é um dos principais motivos que viabiliza a utilização de contratos futuros agropecuários e ações em carteiras de investimento.

#### 4.1.1 Boi Gordo & Mercado de Ações

Os resultados do teste de Dickey-Fuller aumentado (Tabela 7) para as quatro séries comprovaram a estacionariedade dos retornos do boi gordo, café arábica, carteira estática e carteira dinâmica.

Tabela 7 – Resultados do teste Dickey-Fuller Aumentado para as séries de retorno

	ADF calculado
Boi gordo	-42,90
Café arábica	-47,75
Carteira estática	-44,52
Carteira dinâmica	-43,90

Fonte: resultados da pesquisa.

As FAC e FACP aplicadas para a série do boi gordo (Anexo A) indicam a presença de autocorrelação entre os retornos e o modelo mais indicado para corrigi-las, conforme sugere o critério de Informação de Akaike na Tabela 8 (menor AIC), é o ARMA (1,1).

Tabela 8 – Possíveis modelos ARMA para o boi o boi gordo e seleção via AIC

Modelo	Verossimilhança	AIC
ARMA(1,0)	7696,74	-15359,47
<b>ARMA(1,1)</b>	<b>7700,56</b>	<b>-15365,13</b>
ARMA(1,1)	7689,28	-15344,57
ARMA(2,1)	7700,56	-15363,12
ARMA(1,2)	7700,56	-15363,13

Fonte: resultados da pesquisa.

Além do impacto dos retornos do próprio boi gordo em períodos passados, o modelo (Equação 7) também considera as variáveis exógenas retornos do IBOVESPA no decorrer de todo o período (IBt) e em períodos específicos de crise (IBqt), haja vista que o objetivo deste trabalho é identificar como essas variáveis exógenas se comportam em relação aos contratos futuros. Sendo assim, considerou-se os retornos do IBOVESPA com até 5 defasagens e os retornos do IBOVESPA em períodos de crise com até 2 defasagens.

IBt = retorno do IBOVESPA em t

IBt1= retorno do IBOVESPA em t-1, ou seja, uma defasagem

IBt2= retorno do IBOVESPA em t-2, ou seja, duas defasagens

IBt3= retorno do IBOVESPA em t-3, ou seja, três defasagens

IBt4= retorno do IBOVESPA em t-4, ou seja, quatro defasagens

IBt5= retorno do IBOVESPA em t-5, ou seja, cinco defasagens

IBqt = retorno do IBOVESPA em período de crise

IBqt1= retorno do IBOVESPA em período de crise com uma defasagem

IBqt2= retorno do IBOVESPA em período de crise com duas defasagens

Estimando os coeficientes da regressão (Tabela 9), nota-se que apenas os coeficientes do AR(1), MA(1) e IBt<sub>1</sub> são estatisticamente significativos e, conforme esperado, IBt<sub>1</sub> apresenta correlação negativa em relação ao retorno do boi gordo.

Tabela 9 – Coeficientes da regressão entre boi gordo e IBt e IBtq

	Coeficiente	Erro Padrão	Valor P	
Intercepto	0,000	0,000	0,140	
AR(1)	0,512	0,107	0,000	*
MA(1)	-0,386	0,115	0,001	*
IBt	-0,010	0,012	0,394	
IBt <sub>1</sub>	-0,026	0,012	0,025	*
IBt <sub>2</sub>	0,023	0,012	0,051	
IBt <sub>3</sub>	0,006	0,010	0,542	
IBt <sub>4</sub>	0,012	0,010	0,261	
IBt <sub>5</sub>	0,001	0,010	0,906	
IBqt	0,004	0,026	0,889	
IBqt <sub>1</sub>	0,030	0,026	0,248	
IBqt <sub>2</sub>	-0,016	0,026	0,552	

\* estatisticamente significativo a 5%

Fonte: resultados da pesquisa.

No entanto, o teste de Ljung e Box(1978) para os resíduos das séries de retornos do boi gordo (Tabela 10) não permite rejeitar a hipótese nula de que os resíduos são não autocorrelacionados. Este resultado justifica a utilização de um modelo heterocedástico condicional (ARCH/GARCH) para modelar a volatilidade.

Tabela 10 – Teste de Ljung e Box para os resíduos ao quadrado

$\chi$ -quadrado	Lag	Valor P
2,58	5	0,76
10,24	10	0,42
22,49	15	0,10
28,05	20	0,11
34,17	25	0,10

Fonte: resultados da pesquisa.

De acordo com Moretin (2008) a identificação da ordem do modelo GARCH usualmente é difícil, por isso recomenda-se o uso de modelos de ordem baixa como (1,1), (1,2), (2,1) ou (2,2). Neste caso, adotar-se-á o modelo GARCH (1,1) conforme adotado por Baur e Lucey (2009).

Os resultados da regressão presentes na Tabela 11 indicam que os coeficientes do IBOVESPA em períodos normal e em períodos de crise não são estatisticamente diferentes de zero, ou seja, não apresentam impacto algum nos retornos do boi gordo. Sendo assim, pode se afirmar, que o boi gordo utilizado em carteiras de ações comporta-se como hedge de acordo com a classificação de Baur e Lucey (2009).

Tabela 11 –Modelo ARMA (1,1)-GARCH(1,1) para a série de retornos do boi gordo

	Coeficiente	Erro Padrão	Valor P	
Intercepto	0,000584	0,000242	0,0157	*
IBt	0,001456	0,010356	0,8881	
IBt <sub>1</sub>	-0,016835	0,011750	0,1519	
IBt <sub>2</sub>	0,011460	0,010674	0,2830	
IBt <sub>3</sub>	0,005975	0,009114	0,5121	
IBt <sub>4</sub>	0,012966	0,010275	0,2070	
Ibqt	-0,031068	0,022585	0,1689	
IBqt <sub>1</sub>	0,016781	0,025576	0,5118	
IBqt <sub>2</sub>	-0,003252	0,022128	0,8831	
AR(1)	0,413432	0,140003	0,0031	*
MA(1)	-0,298864	0,149015	0,0449	*
Equação Variância				
Intercepto	0,000001	2,56E-07	0,0000	*
RESID(-1)^2	0,038004	0,003967	0,0000	*
GARCH(-1)	0,942247	0,005249	0,0000	*

\* estatisticamente significativo a 5%

Fonte: resultados da pesquisa.

#### 4.1.2 Café Arábica & Mercado de Ações

As funções de autocorrelação e autocorrelação parcial para a série de retornos do café arábica (Anexo B) também indicam a presença de autocorrelação e conforme sugere o critério de Informação de Akaike (menor AIC), o melhor modelos para corrigir e o ARMA (2,1).

Tabela 12 – Possíveis modelos ARMA para o café arábica e seleção via AIC

Modelo	Verossimilhança	AIC
ARMA(1,0)	6123,25	-12212,5
ARMA(1,1)	6123,86	-12211,71
<b>ARMA(2,1)</b>	<b>6127,58</b>	<b>-12217,16</b>
ARMA(1,2)	6127,58	-12217,15

Fonte: resultados da pesquisa.

Observando o resultado da regressão (Tabela 13), nota-se que os coeficientes do AR(1), MA(1), MA(2), IBt, EBt<sub>1</sub>, IBt<sub>2</sub> e IBt<sub>3</sub> associados a essa regressão são estatisticamente significativos.

Tabela 13 – Coeficientes da regressão entre café arábica e IBt e Ibqt

	Coeficiente	Erro Padrão	Valor P
Intercepto	0,000	0,000	0,721
IBt	0,191	0,022	0,000 *
IBt <sub>1</sub>	0,101	0,022	0,000 *
IBt <sub>2</sub>	0,056	0,022	0,013 *
IBt <sub>3</sub>	0,052	0,020	0,009 *
IBt <sub>4</sub>	0,027	0,020	0,178
IBt <sub>5</sub>	0,003	0,020	0,886
Ibqt	-0,005	0,050	0,921
IBqt <sub>1</sub>	-0,049	0,049	0,325
IBqt <sub>2</sub>	-0,025	0,050	0,623
AR(1)	-0,459	0,247	0,063 *
MA(1)	0,456	0,247	0,065 *
MA(2)	-0,055	0,022	0,010 *

\* estatisticamente significativo a 5%

Fonte: resultados da pesquisa.

Porém, assim como para o boi gordo, o resultado do teste de Ljung e Box (1978) apresentado na Tabela 14 não permite rejeitar a hipótese nula de que não há autocorrelação entre os resíduos.

Tabela 14 – Teste de Ljung e Box para os resíduos ao quadrado

$\chi$ -quadrado	Lag	Valor P
0,49	5	0,9925
1,77	10	0,9978
9,08	15	0,8734
21,20	20	0,6816
27,65	25	0,5892

Fonte: resultados da pesquisa.

Havendo autocorrelação entre os resíduos utiliza-se um modelo ARCH/GARCH para estimar a volatilidade condicional. Os resultados desta regressão (Tabela 15) indicam uma relação positiva e estatisticamente significativa entre os retornos do café arábica e IBt, EBt<sub>1</sub>, IBt<sub>2</sub>, IBt<sub>3</sub> e MA(1). No entanto, há uma relação negativa entre os retornos do café arábica no tempo presente e na primeira e segunda defasagem.

Considerando a correlação positiva, mas não perfeita ( $<1$ ) entre os retornos deste contrato futuro e os retornos do IBOVESPA, pode-se considerar que o café arábica quando adicionado em carteiras de ação atua como diversificador.

Tabela 15 – Modelo ARMA (2,1)-GARCH(1,1) para a série de retornos do café arábica

	Coefficiente	Erro Padrão	Valor P
Intercepto	0,000156	0,000376	0,6779
IBt	0,216245	0,020645	0,0000 *
IBt <sub>1</sub>	0,099341	0,022978	0,0000 *
IBt <sub>2</sub>	0,048764	0,020671	0,0183 *
IBt <sub>3</sub>	0,052980	0,019951	0,0079 *
IBt <sub>4</sub>	0,025705	0,019304	0,1830
IBqt	-0,007381	0,042813	0,8631
IBqt <sub>1</sub>	-0,036092	0,041329	0,3825
IBqt <sub>2</sub>	-0,034586	0,046197	0,4541
AR(1)	-0,756818	0,170227	0,0000 *
AR(2)	-0,050725	0,022522	0,0243 *
MA(1)	0,741569	0,169713	0,0000 *
Equação Variância			
Intercepto	8,67E-06	1,36E-06	0,0000 *
RESID(-1) <sup>2</sup>	0,032897	0,004210	0,0000 *
GARCH(-1)	0,943137	0,006261	0,0000 *

\* estatisticamente significativo a 5%

Fonte: resultados da pesquisa.

## 4.2 Retornos das Carteiras Estática e Dinâmica

Utilizando o método de Markowitz para formação de carteira, obteve-se a fronteira eficiente de uma carteira formada com boi gordo e café arábica, tornando possível analisar a relação entre os retornos dos dois contratos futuros em relação aos retornos do IBOVESPA. Entre as possíveis carteiras formadoras da fronteira eficiente, o investidor propenso ao risco deverá escolher a que apresenta maior retorno, já o avesso ao risco deverá optar pela de menor variância.

Considerando a carteira formada utilizando a estratégia estática, ou seja, o investidor entrará comprado em BGI e ICF e manterá sua posição durante todo o tempo, obteve-se como carteira ótima (ponto de mínimo risco) a carteira composta por 77,2% de BGI e 22,8% de ICF. Esta apresenta uma variância ainda menor que a apresentada pelo boi gordo e um retorno superior, conforme é possível observar na Figura 10.

O segundo cenário considera os retornos obtidos com uma carteira formada com BGI e ICF, todavia a posição assumida pelo investidor varia entre comprada e vendida conforme sugere o indicador de análise técnica média móvel. Neste caso, a carteira ótima de Markowitz que apresenta o menor risco é formada com 78,25% de BGI e 21,75% de ICF (Figura 11).

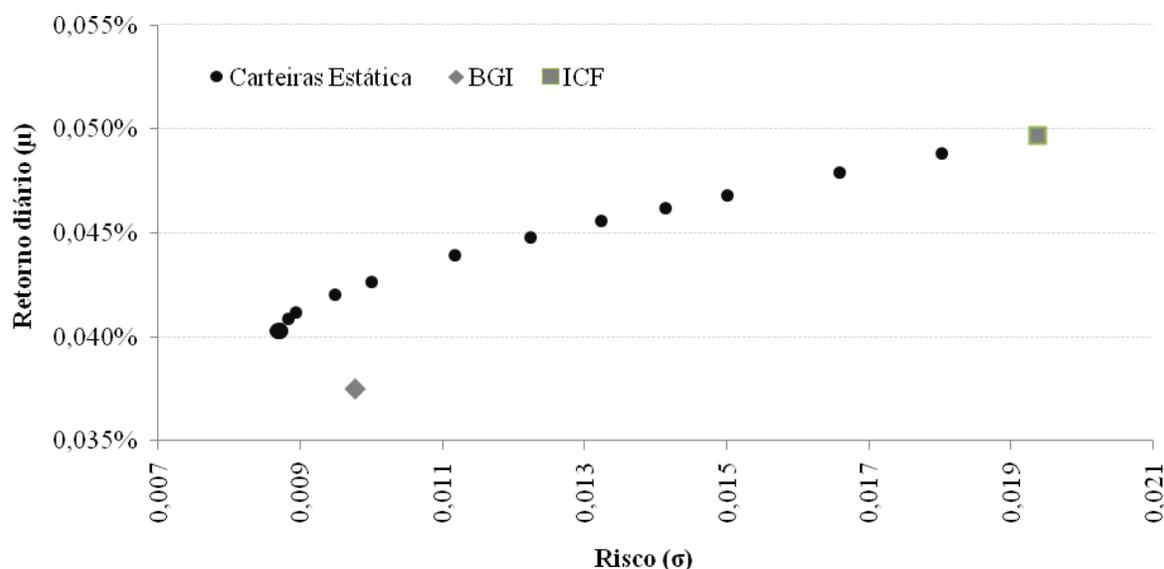


Figura 10 – Fronteira eficiente de Markowitz e carteira ótima para estratégia estática

Fonte: elaboração própria a partir de dados da BM&FBOVESPA, 2011

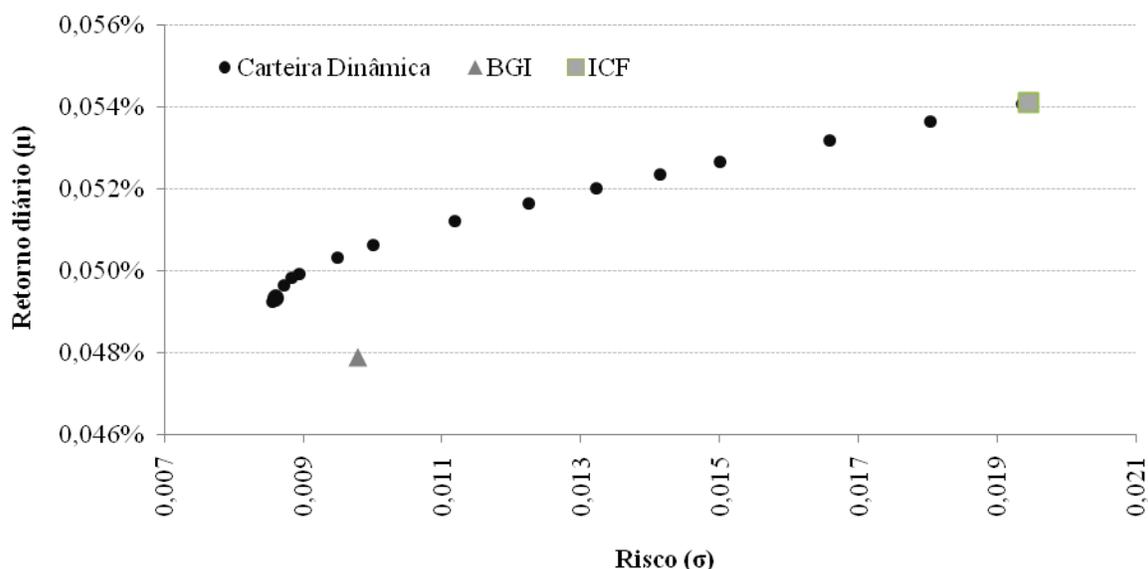


Figura 11 – Fronteira eficiente de Markowitz e carteira ótima para estratégia dinâmica

Fonte: elaboração própria a partir de dados da BM&FBOVESPA, 2011

Comparando os resultados apresentados pelas duas carteiras, nota-se que o retorno médio diário da carteira dinâmica (0,049%) é superior ao retorno médio da carteira estática (0,040%).

No entanto, o teste t referente a comparação das médias não permite afirmar que estas são diferentes. Comparando o retorno médio da carteira estática com o retorno médio da carteira dinâmica tem-se que a estatística  $t = 0.322$  é menor que o valor crítico bi-caudal 1.96, ou seja, não se rejeita a hipótese  $H_0$  de que as medias não diferem significativamente.

Quanto a variância e desvio padrão, a carteira dinâmica por apresentar menor variância e desvio parece oferecer menor risco.

Tabela 16 – Estatística descritiva dos retornos diários para estratégia estática e dinâmica

<b>Carteira</b>	<b>Média</b>	<b>Variância</b>	<b>Desvio Padrão</b>	<b>Assimetria</b>	<b>Curtose</b>
Estática	0,040%	0,0079%	0,889%	0,51	6,13
Dinâmica	0,049%	0,0077%	0,877%	-0,14	6,87

Fonte: resultados da pesquisa.

No que se refere à assimetria, a distribuição dos retornos da carteira estática apresenta assimetria positiva, ou seja, a mediana e a moda são inferiores a média. Já a carteira cuja estratégia é a dinâmica, a assimetria é negativa - a mediana e a moda estão acima da média.

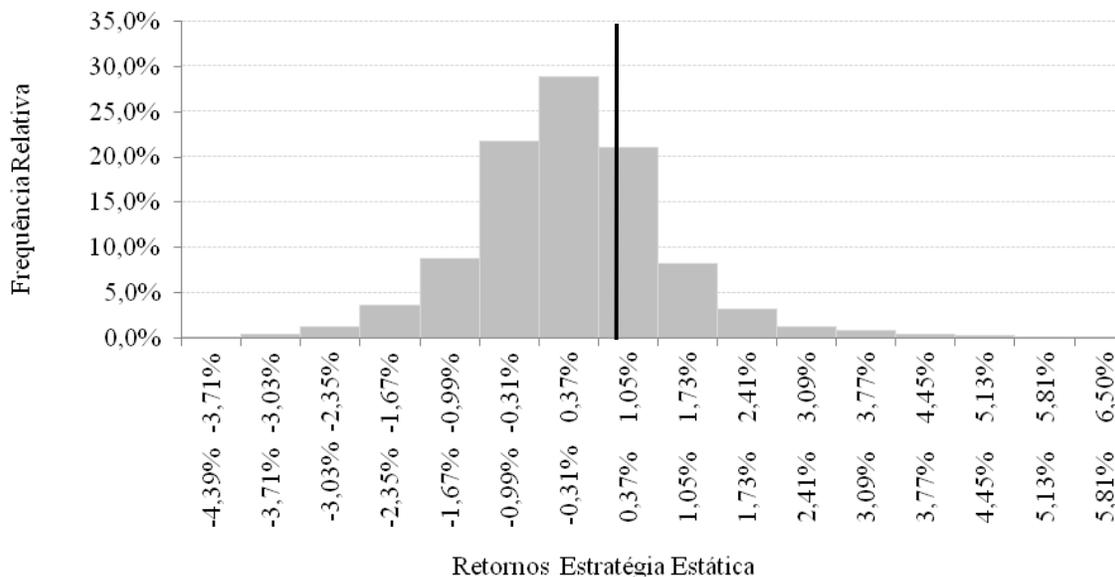


Figura12 – Distribuição dos retornos obtidos com carteira formada por BGI e ICF através de estratégia estática (posição comprada)

Fonte: elaboração própria a partir de dados da BM&FBOVESPA, 2011

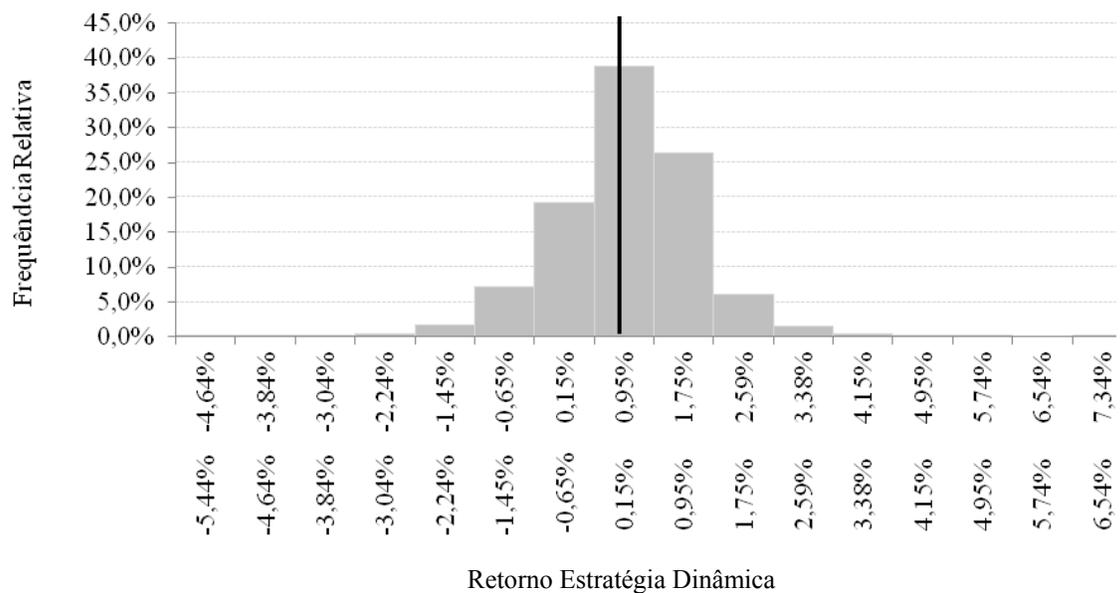


Figura13 – Distribuição dos retornos obtidos com carteira formada por BGI e ICF através de estratégia dinâmica

Fonte: elaboração própria a partir de dados da BM&FBOVESPA, 2011

#### 4.2.1 Estratégia Estática & Mercado de Ações

As funções de autocorrelação e autocorrelações parciais (Anexo C) indicam a presença de autocorrelação na série de retornos resultantes de investimento em boi gordo (77,2%) e café arábica (22,8%). De acordo com o critério de Akaike (1974) apresentados na Tabela 17, o melhor modelo para corrigir as autocorrelações desta série é o ARMA (1,0), posto que apresenta o menor AIC quando comparado aos demais.

Tabela 17 – Modelos ARMA para a série de retornos da carteira estática e seleção via AIC

Modelo	Verossimilhança	AIC
<b>ARMA(1,0)</b>	<b>7964,04</b>	<b>-15894,08</b>
ARMA(2,0)	7964,62	-15893,23
ARMA(1,1)	7964,82	-15893,63
ARMA(1,1)	7956,43	-15878,85
ARMA(2,1)	7964,83	-15891,66
ARMA(1,2)	7964,84	-15891,67

Fonte: resultados da pesquisa.

Observando o resultado da regressão (Tabela 18), nota-se que os coeficientes do AR(1), IBt e IBt<sub>2</sub> são estatisticamente significativos, mas positivos.

Tabela 18 – Coeficientes da regressão entre retornos da carteira estática e do IBt e Ibtq

	Coeficiente	Erro Padrão	Valor P	
Intercepto	0,000	0,000	0,111	
AR1	0,089	0,020	0,000	*
IBt	0,035	0,010	0,001	*
IBt <sub>1</sub>	0,002	0,010	0,826	
IBt <sub>2</sub>	0,031	0,010	0,003	*
IBt <sub>3</sub>	0,017	0,009	0,070	
IBt <sub>4</sub>	0,015	0,009	0,102	
IBt <sub>5</sub>	0,002	0,009	0,860	
IBqt	0,001	0,023	0,978	
IBqt <sub>1</sub>	0,013	0,023	0,562	
IBqt <sub>2</sub>	-0,018	0,023	0,435	

\* estatisticamente significativo a 5%

Fonte: resultados da pesquisa.

Assim como para a série de retornos do boi gordo e do café arábica, apenas o modelo ARMA não foi suficiente para ajustar o modelo, posto que o teste de Ljung e Box (Tabela 19) indica presença de autocorrelação nos resíduos. Sendo assim, um modelo ARCH/GARCH deve ser utilizado para corrigir a variância condicional.

Tabela 19 – Teste de Ljung e Box para os resíduos ao quadrado

$\chi$ -quadrado	Lag	Valor P
2,55	5	0,769
4,91	10	0,897
13,54	15	0,561
17,22	20	0,639
24,10	25	0,514
35,25	30	0,234

Fonte: resultados da pesquisa.

Na Tabela 20 seguem os resultados do modelo ARMA (1,0)-GARCH(1,1). Os coeficientes  $IBt$  e  $IBt_2$  continuam sendo significativos e  $IBt_3$  também passou a ser. Porém, todos apresentaram correlação positiva e não perfeita com os retornos da carteira estática o que leva a conclusão de que a inclusão de contratos futuros do boi gordo e café arábica em carteiras de ações resulta em diversificação e conseqüentemente redução do risco, mas não atuam como porto seguros para momentos de crise. Os coeficientes de  $IBtq$  e  $IBtq_2$  são negativos, porém não são estatisticamente significativos.

Tabela 20 – Modelo ARMA (1,0)-GARCH(1,1) para a série de retornos da carteira estática

	Coefficiente	Erro Padrão	P-valor
Intercepto	0,000453	0,000200	0,0233 *
IBt	0,045008	0,009327	0,0000 *
IBt <sub>1</sub>	0,010285	0,010897	0,3452
IBt <sub>2</sub>	0,025738	0,009931	0,0095 *
IBt <sub>3</sub>	0,015708	0,008869	0,0765 *
IBt <sub>4</sub>	0,016080	0,009240	0,0818
IBt <sub>5</sub>	0,002373	0,008337	0,7759
IBqt	-0,021892	0,020234	0,2793
IBqt <sub>1</sub>	0,004543	0,021970	0,8362
IBqt <sub>2</sub>	-0,013753	0,021124	0,5150
AR(1)	0,068236	0,021315	0,0014 *
Equação Variância			
Intercepto	1,65E-06	2,71E-07	0,0000 *
RESID(-1)^2	0,032637	0,004021	0,0000 *
GARCH(-1)	0,946991	0,005875	0,0000 *

\* estatisticamente significativo a 5%

Fonte: resultados da pesquisa.

#### 4.2.2 Estratégia Dinâmica & Mercado de Ações

Para a carteira formada com 78,25% de BGI e 21,75% de ICF e cujas posições variam conforme sugere o indicador de análise técnica média móvel também apresenta autocorrelação nos resíduos (Anexo D) e o modelo que melhor se ajustou para corrigir tais autocorrelações foi o ARMA (1,0), conforme se pode observar na Tabela 21.

Tabela 21 – Possíveis modelos ARMA para retornos da carteira dinâmica e seleção via AIC

Modelo	Log likelihood	AIC
<b>ARMA(1,0)</b>	<b>8009,52</b>	<b>-15985,04</b>
ARMA(1,1)	8009,53	-15983,07
ARMA(1,1)	8001,92	-15969,84
ARMA(2,1)	8009,53	-15981,07
ARMA(1,2)	8009,50	-15981,07

Fonte: resultados da pesquisa.

Observando o resultado da regressão, nota-se que apenas os coeficientes do AR(1), IBt e IBqt são estatisticamente significativos. A relação entre os retornos da carteira de contratos futuros e o IBOVESPA durante todo o período é positiva, mas a relação entre a carteira e o IBOVESPA em momentos de crise conforme o esperado é negativa.

Tabela 22 – Coeficientes da Regressão entre retornos da carteira dinâmica e IBt e IBqt

	Coeficiente	Erro Padrão	Valor P	
Intercepto	0,000	0,000	0,130	
AR(1)	0,107	0,020	0,000	*
IBt	0,048	0,010	0,000	*
IBt <sub>1</sub>	0,014	0,010	0,166	
IBt <sub>2</sub>	0,004	0,010	0,704	
IBt <sub>3</sub>	0,011	0,009	0,208	
IBt <sub>4</sub>	0,006	0,009	0,546	
IBt <sub>5</sub>	0,014	0,009	0,126	
IBqt	-0,048	0,023	0,037	*
IBqt <sub>1</sub>	-0,008	0,023	0,726	
IBqt <sub>2</sub>	-0,024	0,023	0,290	

\* estatisticamente significativo a 5%

Fonte: resultados da pesquisa.

Para validar o modelo foi utilizado o teste de Ljung e Box (Tabela 23). O resultado do teste, assim como para as séries anteriores, indicou a presença de autocorrelação nos resíduos.

Tabela 23 – Teste de Ljung e Box para os resíduos ao quadrado

$\chi$ -quadrado	Lag	Valor P
1,90	5	0,8619
4,72	10	0,9088
14,01	15	0,5245
15,39	20	0,7435
17,91	25	0,8460

Fonte: resultados da pesquisa.

Para corrigir estas autocorrelações utilizou-se o modelo ARMA (1,0) - GARCH(1,1). Os resultados da regressão indicam que os coeficientes de IBt, IBtq e AR(1) são

estatisticamente significativos, todavia IBt e AR(1) são positivos enquanto IBqt é negativo. Ou seja, a relação entre os retornos do IBOVESPA em momentos de crise e os retornos da carteira dinâmica como esperado é negativa, mas a soma dos coeficientes estatisticamente significativos é maior que zero o que leva a conclusão de que a carteira dinâmica também atua como diversificador quando adicionada a carteira de ações.

Tabela 24 – Modelo ARMA (1,0)-GARCH(1,1) para a série de retornos da carteira dinâmica

	Coefficiente	Erro Padrão	Valor P	
Intercepto	0,000319	0,000204	0,1173	
IBt	0,048409	0,009781	0,0000	*
IBt <sub>1</sub>	0,014344	0,010516	0,1725	
IBt <sub>2</sub>	0,006058	0,009864	0,5391	
IBt <sub>3</sub>	0,013513	0,008829	0,1259	
IBt <sub>4</sub>	0,006987	0,009331	0,4540	
IBt <sub>5</sub>	0,010785	0,008241	0,1906	
IBqt	-0,039984	0,020342	0,0494	*
IBqt <sub>1</sub>	-0,001043	0,022573	0,9631	
IBqt <sub>2</sub>	-0,030754	0,021389	0,1505	
AR(1)	0,104878	0,022780	0,0000	*
Equação Variância				
Intercepto	2,04E-06	3,20E-07	0,0000	*
RESID(-1)^2	0,030006	0,003932	0,0000	*
GARCH(-1)	0,943262	0,006896	0,0000	*

\* estatisticamente significativo a 5%

Fonte: resultados da pesquisa.

## 5 CONCLUSÃO

No decorrer da crise econômica de 2008 e 2009 notou-se na mídia internacional um grande interesse por parte dos investidores pelo mercado de *commodities* agropecuárias, haja vista que o mercado de ações apresentava forte tendência de queda, enquanto os preços dos alimentos no longo prazo apresentavam tendência de alta. Sendo assim, surgiu a motivação para analisar a relação entre os contratos futuros agropecuários e o mercado de ações no Brasil, até mesmo para verificar a possibilidade das *commodities* negociadas na BM&FBOVESPA se comportarem como portos seguros durante os momentos de crise.

No entanto, analisando a evolução do volume de contratos negociados na BM&FBOVESPA já foi possível identificar que em 2009, no auge da crise, o número de contratos futuros agropecuários negociados reduziu 38% em relação ao número de contratos negociados em 2008. A queda na demanda por contratos futuros só não foi maior que a queda por contratos futuros da dívida externa, mas a demanda por contratos futuros do ouro, derivativo mundialmente reconhecido como porto seguro para momentos de crise, apresentou crescimento de 4,3% em 2009 em relação ao ano anterior.

Mesmo assim, diversos trabalhos em âmbito internacional e nacional que analisaram a relação entre *commodities* agropecuárias e mercado de ações encontraram resultados bastante positivos, decorrentes da adição destes contratos em carteiras de ações e títulos. De forma similar, neste trabalho foi possível identificar que o contrato futuro do boi gordo, que em 2010 representou 50% dos contratos futuros negociados na BM&FBOVESPA, atua como hedge em relação ao mercado de ações, pois em longos períodos de tempo e também em períodos de crise não há correlação entre esses mercados. O boi gordo, apesar de apresentar um retorno médio esperado inferior ao contrato futuro do café arábica e IBOVESPA, também apresenta uma variância significativamente inferior sendo, portanto, uma boa opção de investimento para redução de risco da carteira.

Já o contrato futuro de café arábica mostrou-se positivamente, mas não perfeitamente, correlacionado ao IBOVESPA, o que o coloca na categoria de ativo diversificador. De acordo com os resultados da regressão, o café arábica é positivamente correlacionado ao IBOVESPA no período  $t_0$ ,  $t_1$ ,  $t_2$  e  $t_3$ , ou seja, retornos de IBOVESPA de três dias anteriores ainda

impactam os retornos do café arábica. Vale lembrar que este contrato apresenta um retorno médio esperado superior ao boi gordo, assim como uma variância média esperada também superior.

Ao analisar a possibilidade da utilização conjunta dos contratos futuros agropecuários, foi possível estabelecer uma carteira com posição estática, comprada durante todo o período - composta por 77,2% boi gordo e 22,8% de café arábica – cuja variância mostrou-se inferior a variância apresentada pelo boi gordo e o retorno superior. Tal carteira também é positivamente correlacionada ao IBOVESPA nos períodos  $t_0$ ,  $t_2$  e  $t_3$ , mas sua correlação é menor.

Além da carteira estática, também foi analisada a relação entre os retornos de uma carteira com posições dinâmicas (comprado e vendido) formada por 78,25% de boi gordo e 21,75% de café arábica. Simplesmente comparando o retorno médio esperado e a variância esperada das carteiras, notou-se que a carteira dinâmica apresenta uma média diária superior e uma variância esperada inferior. Além disso, a carteira dinâmica apresenta uma maior frequência de retornos acima da média (assimetria negativa), enquanto a carteira estática apresenta uma maior frequência de retornos abaixo da média (assimetria positiva).

Os resultados da regressão entre carteira dinâmica e IBOVESPA indicam presença de correlação positiva entre o IBOVESPA em  $t_0$  e correlação negativa do IBOVESPA em períodos de crise, ou seja, a relação entre os retornos do IBOVESPA em momentos de crise e os retornos da carteira dinâmica como esperado é negativa, mas a soma dos coeficientes estatisticamente significativos é maior que zero o que leva a conclusão de que a carteira dinâmica também atua como diversificador quando adicionada a carteira de ações.

Em suma, os resultados deste trabalho estão em linha com os resultados de diversos autores os quais provaram que os contratos futuros são boas opções de investimento para diversificação de carteiras, no entanto, não se pode afirmar que o mercado futuro de *commodities* atua como porto seguro para o mercado de ações em períodos de crise.

## REFERÊNCIAS

AKAIKE, H. Maximum likelihood identification of Gaussian autoregressive moving average models. **Biometrika**, Oxford, v. 60, n. 02, p. 255-265, 1973.

AKAIKE, H. A new look at the statistical model identification. **IEEE Transactions on Automatic Control**, Notre Dame, v.19, n. 06, p. 716-723, 1974.

BACCHI, M. R. P. **Previsão de preços de bovino e frango com modelos de séries temporais**. 1995. 172p. Tese (Doutorado em Economia Aplicada) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1995.

BANCO CENTRAL. **Relatório de Estabilidade Financeira: evolução dos mercados financeiros**. Brasília, 2002. 17p. Disponível em: <[http://www.bcb.gov.br/htms/estabilidade/2002\\_novembro/ref200201c1p.pdf](http://www.bcb.gov.br/htms/estabilidade/2002_novembro/ref200201c1p.pdf)>. Acesso em: 20 jan. 2010.

\_\_\_\_\_. **Relatório de Estabilidade Financeira: publicação completa**. Brasília, 2003. 160p. Disponível em: <[http://www.bcb.gov.br/htms/estabilidade/2003\\_novembro/ref200310completo.pdf](http://www.bcb.gov.br/htms/estabilidade/2003_novembro/ref200310completo.pdf)>. Acesso em: 20 jan. 2010.

\_\_\_\_\_. **Relatório de Estabilidade Financeira: publicação completa**. Brasília, 2004. 178p. Disponível em: <[http://www.bcb.gov.br/htms/estabilidade/2004\\_novembro/ref200410completoportugues.pdf](http://www.bcb.gov.br/htms/estabilidade/2004_novembro/ref200410completoportugues.pdf)>. Acesso em: 20 jan. 2010.

\_\_\_\_\_. **Relatório de Estabilidade Financeira: publicação completa**. Brasília, 2005. 206p. Disponível em: <[http://www.bcb.gov.br/htms/estabilidade/2005\\_novembro/ref200511completoportugues.pdf](http://www.bcb.gov.br/htms/estabilidade/2005_novembro/ref200511completoportugues.pdf)>. Acesso em: 26 jan. 2010.

\_\_\_\_\_. **Relatório de Estabilidade Financeira: publicação completa**. Brasília, 2006. 180p. Disponível em: <[http://www.bcb.gov.br/htms/estabilidade/2006\\_novembro/refnov2006completop.pdf](http://www.bcb.gov.br/htms/estabilidade/2006_novembro/refnov2006completop.pdf)>. Acesso em: 26 jan. 2010.

\_\_\_\_\_. **Relatório de Estabilidade Financeira: publicação completa**. Brasília, 2007. 164p. Disponível em: <[http://www.bcb.gov.br/htms/estabilidade/2007\\_novembro/ref200711p.pdf](http://www.bcb.gov.br/htms/estabilidade/2007_novembro/ref200711p.pdf)>. Acesso em: 27 jan. 2010.

\_\_\_\_\_. **Relatório de Estabilidade Financeira: publicação completa**. Brasília, 2008. 168p. Disponível em: <[http://www.bcb.gov.br/htms/estabilidade/2008\\_11/refP.pdf](http://www.bcb.gov.br/htms/estabilidade/2008_11/refP.pdf)>. Acesso em: 27 jan. 2010.

\_\_\_\_\_. **Relatório de Estabilidade Financeira:** publicação completa. Brasília, 2009. 154p. Disponível em: <[http://www.bcb.gov.br/htms/estabilidade/2009\\_10/refP.pdf](http://www.bcb.gov.br/htms/estabilidade/2009_10/refP.pdf)>. Acesso em: 28 jan. 2010.

\_\_\_\_\_. **Relatório de Estabilidade Financeira:** publicação completa. Brasília, 2010. 63p. Disponível em: <[http://www.bcb.gov.br/htms/estabilidade/2010\\_09/refP.pdf](http://www.bcb.gov.br/htms/estabilidade/2010_09/refP.pdf)>. Acesso em: 28 jan. 2010.

BASU, D.; OOMEN, R. C. A.; STREMME, A. How to Time the *Commodity* Market. **Journal of Derivatives & Hedge Funds**, Basingstoke, v.16, n. 01, p. 1-8, 2006.

BAUR, D.G.; LUCEY, B.M. Is Gold a Hedge or a Safe Haven? An Analysis of Stocks, Bonds and Gold. **The Institute for International Integration Studies - Discussion Paper Séries iisdp198, IIS**, Dublin, 2006.

BAWA, V.S.; CHAKRIN, L.M. Optimal portfolio choice and equilibrium in a lognormal securities market. In: ELTON, E.J.; GRUBER, M.J. (Ed) **Portfolio theory, 25 years after. Noth-Holland Publishing Company**, 1979. p. 47-62.

BM&FBOVESPA. **Ações.** Disponível em <<http://www.bmfbovespa.com.br/pt-br/mercados/acoes.aspx?idioma=pt-br>>. Acesso em: 01 fev. 2011.

BM&FBOVESPA. **Mercados Futuros.** Disponível em <<http://www.bmfbovespa.com.br/pt-br/mercados/acoes.aspx?idioma=pt-br>>. Acesso em: 01 fev. 2011.

BOLLERSLEV, T. Generalized Autogressive Conditional Heteroskedasticity, **Journal of Econometrics**, Amsterdam, v.31, p.307-327, 1986.

BOLLERSLEV, T. A Conditionally Heteroskedastic Time Séries Model for Speculative Prices and Rates of Return, **Review of Economics and Statistics**, Massachusetts, v. 69, n. 3, p. 542-547, 1987.

BOLLERSLEV, T. On the Correlation Structure for the Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedastic Process, **Journal of Time Séries Analysis**, New York, v. 09, p. 121-131, 1988.

BODIE, Z. *Commodity* futures as hedge against inflation. **Journal of Portfolio Management**, New York, v. 09, n. 3, 1983.

BODIE, Z.; ROSANSKY, V. Risk and return in *commodity* futures. **Financial Analysts Journal**, Charlottesville, v. 36, n.3, p. 27-39, 1980.

BOX, G. E. P.; PIERCE D. Distribution of Residual Autocorrelations in Autoregressive-Integrated Moving Average Time Series Models; **Journal of the American Statistical Association**, Alexandria, v. 65, n. 332; p. 1509- 1526, 1970.

CAPIE, F. MILLS, T. C., AND WOOD, G. Gold as a hedge against the dollar. **Journal of International Financial Markets, Institutions and Money**, New York, v.15, n.4, p.343-352, 2005.

CARVALHO, T. B. ; BACCHI, M. R. P. . Estudo da elasticidade-renda da demanda de carne bovina, suína e de frango no Brasil. In: ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA, 35., 2007, Recife. **Anais eletrônicos...** Niteroi: ANPEC, 2007. Disponível em: <<http://www.anpec.org.br/encontro2007/artigos/A07A160.pdf>>. Acesso em: 22 jun. 2010.

CEPEA. **Agromensal**. Disponível em <<http://www.cepea.esalq.usp.br/imprensa/?page=846>>. Acesso em: 14 jun. 2010.

CME. **Managed Futures: Portfolio Diversification Opportunities**, 2008. Disponível em <<http://www.cmegroup.com/>>. Acesso em: 25 jun. 2010.

CHONG, J.; MIFFRE, J. Conditional Return Correlations between *commodity* futures and traditional assets. **Working Paper - EDHEC Business School**, Nice, 2008.

CVM. **Portal do Investidor**. Disponível em <<http://www.portaldoinvestidor.gov.br/Acad%C3%AAmico/EntendendooMercadodeValoresMobili%C3%A1rios/Oque%C3%A9BolsadeValores/tabid/92/Default.aspx>>. Acesso em: 10 mar. 2010.

EDWARDS, F.R.; PARK, J.M. Do Managed Futures Make Good Investments? **The Journal of Futures Markets**, New York, v.16, n. 5, p. 475-517, 1996.

EID JR, W. Plano Real e a Bolsa de Valores de São Paulo. **Relatório EAESP/GVPESQUISA**, São Paulo, v. 14, p. 52-78, 2005.

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

ERB, C.B.; HARVEY, C.R. The tactical and strategic value of *commodity* futures. **Financial Analysts Journal**, Charlottesville, v.62, n.2, p. 69 – 97, 2006.

FUERTES, A. M.; MIFFRE, J.; RALLIS, G. Tactical allocation in *commodity* futures markets: Combining momentum and term structure signals. **Working paper - EDHEC Business School**, Nice, 2008.

GORTON, G; ROUWENHORST, G. Facts and fantasies about *commodity* futures. **Financial Analysts Journal**, Charlottesville, v. 6, n. 2, p. 47-68, 2006.

HIEDA, A., ODA, A. L. Estudo sobre a utilização de dados históricos no modelo de Markowitz aplicado a Bolsa de Valores de São Paulo. In: SEMINÁRIOS DE ADMINISTRAÇÃO, 3., 1998, São Paulo. **Anais eletrônicos...** São Paulo: FEA, 1998. Disponível em: <<http://www.ead.fea.usp.br/semead/3semead/pdf/Finan%E7as/Art111.PDF>>. Acesso em: 29 mar. 2010.

HULL, J. C. **Options, futures and others derivatives**. 3<sup>rd</sup> ed., New Jersey: Prentice Hall, 1997. p. 4.

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.489-506 2000.

JENSEN, G.R.; JOHNSON, R.R.; MERCER, J.M. Tactical asset allocation and *commodity* futures. **Journal of Portfolio Management**, New York, v.28, n.4, p. 100-111, 2002.

LENZ NETO, M. **Indicadores antecedentes de crises financeiras de soberanos: uma aplicacao ao mercado brasileiro**. Brasília: UNB, 2006. 86 p. Dissertacao (Mestrado em Economia) – Universidade de Brasília, 2006.

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

MARKOWITZ, H. M. **Portfolio selection**: efficient diversification of investments. New York: John Wiley & Sons, 1959. p.343.

MARQUES, P.V.; MELLO, P. C.; MARTINES FILHO, J. G. **Mercados futuros agropecuários: exemplos e aplicações para os mercados brasileiros**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008. p. 12 - 30.

MATTOS, F.L.; FERREIRA FILHO, J.B.S. Utilização de contratos futuros agropecuários em carteiras de investimento: uma análise de viabilidade. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, v.41, n.1, 2003.

MOLLER, H. D.; CALLADO, A. A. C. Investimentos estrangeiros em carteiras de ações, crises internacionais e IBOVESPA. **Revista de Administração Mackenzie**, São Paulo, v. 8, n. 1, 2007.

MORETTIN, P. A. **Econometria Financeira: Um curso em séries de temporais financeiras**. São Paulo: Blucher, 2008, p. 10 - 35.

NUNES, R.; SAES, M.S.M.; BRANDO, J.A. A volatilidade das cotações de café nas bolsas internacionais. In: Congresso da Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia e Rural, 42., 2004, Cuiabá. **Anais eletrônicos...** Brasília: SOBER, 2004. Disponível em: <<http://www.sober.org.br/palestra/12/01O031.pdf>>. Acesso em: 10 abr. 2010.

ORGANIZACAO INTERNACIONAL DO CAFE. **Estatística**. Disponível em <[http://www.ico.org/coffee\\_prices.asp?section=Estatística](http://www.ico.org/coffee_prices.asp?section=Estatística)>. Acesso em: 15 fev. 2010.

OZAKI, T. On the order determination of ARIMA models. **Journal of the Royal Statistical Society. Series C (Applied Statistics)**, London, v. 26, n..3, p. 290-301, 1997.

PENNINGS, J.M.G.; LEUTHOLD, R.M. Introducing new futures contracts: reinforcement versus cannibalism. **Journal of International Money and Finance**, New York, v.20, p. 659-675, 2001.

ROCHELLE, T. C. P.; FERREIRA FILHO, J. B. S. Cash Settlement Impact on Fed Cattle Futures Contract Basis Risk in Brazil. **Revista Brasileira de Economia**, Rio de Janeiro, v. 54, n. 2, p. 141-164, 2000.

SACKS, R. C.C.; MARTINS, S. S. Análise do comportamento dos preços do boi gordo e do bezerro na pecuária de corte paulista, janeiro de 1995 a abril de 2006: uma aplicação do Modelo Var. **Revista de Economia Agrícola**, São Paulo, v. 54, n. 1, p. 75-85, 2007.

SILVEIRA, R. L. F. **Uma análise da alocação de contratos futuros sobre *commodities* em portfólios diversificados**. 2008. 159p. Tese (Doutorado em Economia Aplicada) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008.

SOARES, C. **A relação entre fatores macroeconômicos e governança corporativa como comportamento do mercado de capitais brasileiro**. 2008. 178 p. Dissertação (Mestrado em Contabilidade, Setor de Ciências Sociais Aplicadas) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008.

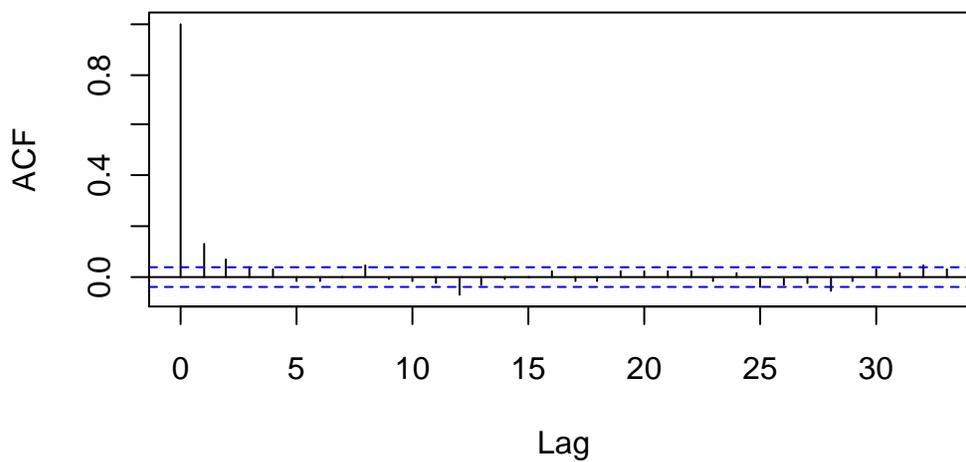


**ANEXOS**

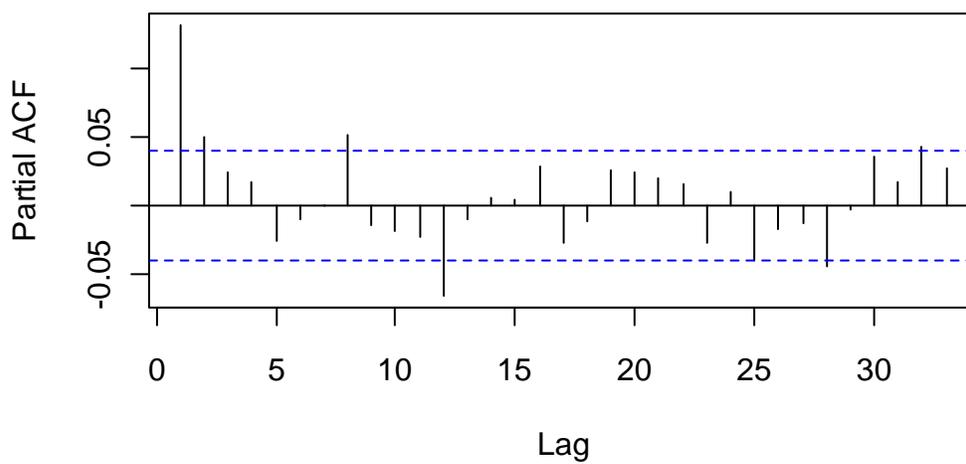


Anexo A - Função de auto-correlação (f.a.c) e auto-correlação parcial (f.a.c.p) para a série do boi gordo

**Series BGI**

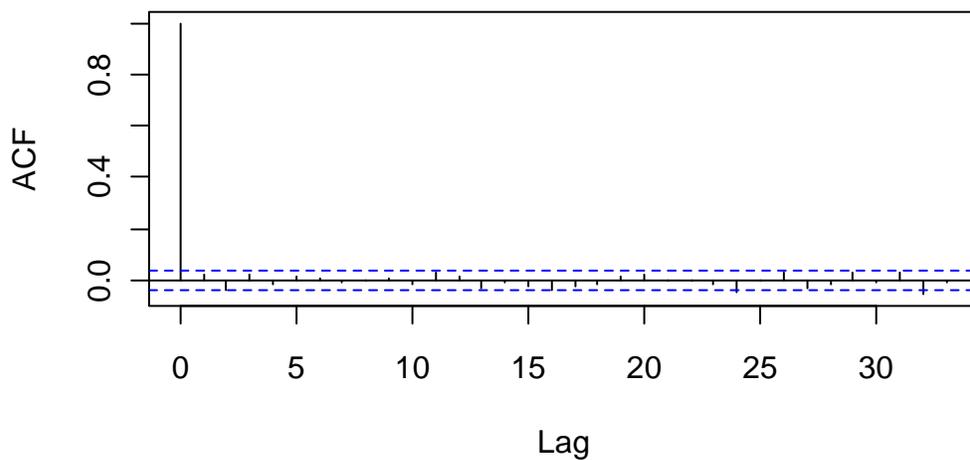


**Series BGI**

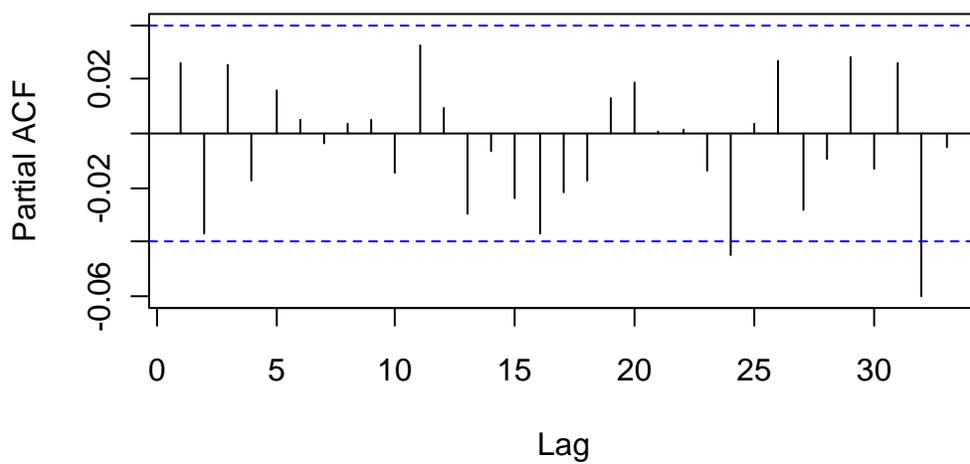


Anexo B - Função de auto-correlação (f.a.c) e auto-correlação parcial (f.a.c.p) para a série de retornos do café arábica em posição comprada

### Series ICF

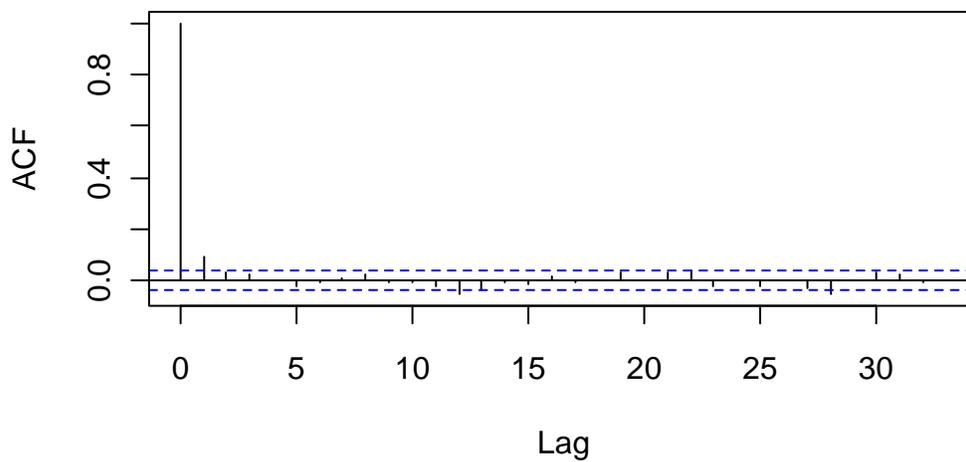


### Series ICF

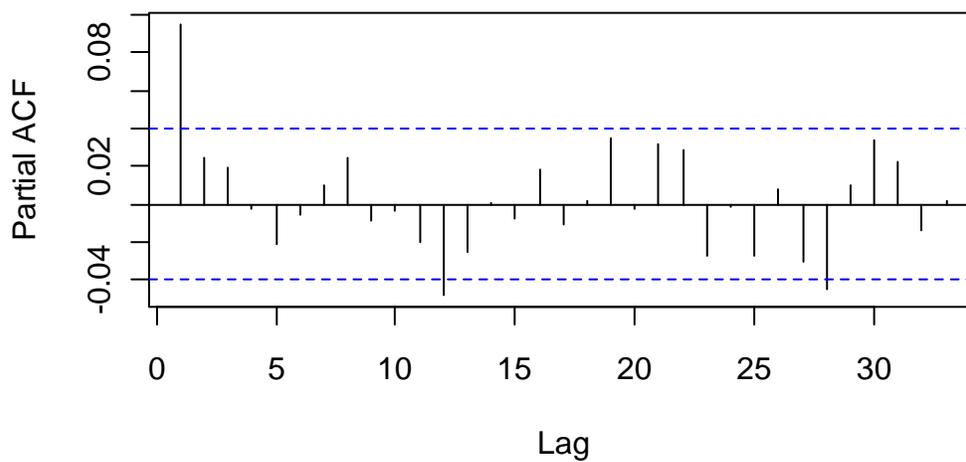


Anexo C - Função de auto-correlação (f.a.c) e auto-correlação parcial (f.a.c.p) para a série de retornos da carteira estatica

**Series EE**

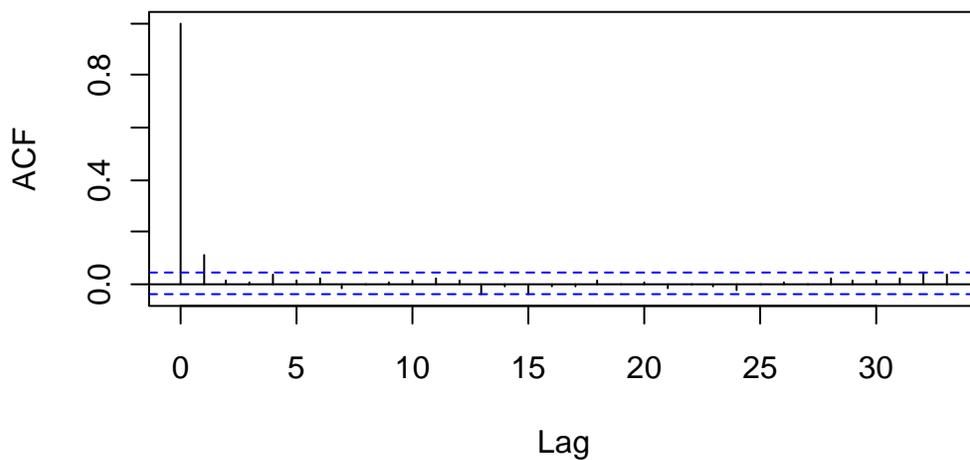


**Series EE**



Anexo D - Função de auto-correlação (f.a.c) e auto-correlação parcial (f.a.c.p) para a série de retornos da carteira dinâmica

### Series ED



### Series ED

