



The World's Largest Open Access Agricultural & Applied Economics Digital Library

This document is discoverable and free to researchers across the globe due to the work of AgEcon Search.

Help ensure our sustainability.

Give to AgEcon Search

AgEcon Search

<http://ageconsearch.umn.edu>

aesearch@umn.edu

*Papers downloaded from **AgEcon Search** may be used for non-commercial purposes and personal study only. No other use, including posting to another Internet site, is permitted without permission from the copyright owner (not AgEcon Search), or as allowed under the provisions of Fair Use, U.S. Copyright Act, Title 17 U.S.C.*

No endorsement of AgEcon Search or its fundraising activities by the author(s) of the following work or their employer(s) is intended or implied.

Uma análise da alocação de contratos futuros sobre *commodities* em portfólios diversificados

Rodrigo Lanna Franco da Silveira¹
Geraldo Sant'Ana de Camargo Barros²

Resumo: O trabalho analisou o impacto da introdução dos contratos futuros agropecuários (de café arábica, soja, milho, açúcar cristal, etanol e boi gordo), negociados na Bolsa de Valores, Mercadorias e Futuros - BM&FBovespa, no risco e no retorno de uma carteira diversificada, composta por ações, títulos, ouro e dólar, entre agosto de 1994 e dezembro de 2007. Foram realizados estudos para o intervalo de tempo completo e para subdivisões de dois e três períodos, além de uma análise bianual. Foram consideradas quatro diferentes estratégias com tais derivativos: posições compradas e vendidas em contratos de primeiro vencimento e de prazos superiores a seis meses. Com o uso da Teoria do Portfólio, observaram-se expansões da fronteira eficiente na análise bianual e para os períodos 1994-1998 e 1999-2003, porém estas não foram estatisticamente significativas, conforme metodologia de Gibbons, Ross e Shanken (1989).

Palavras-chaves: contratos futuros sobre *commodities*, carteira de investimentos, risco, diversificação.

Abstract: *This paper analyzed the impact of including commodity futures (arabica coffee, soybean, corn, crystal sugar, ethanol and fed cattle), negotiated at Securities, Commodity and Futures Exchange (BM&FBovespa), in the performance of a diversified portfolio, composed by stocks, bonds, gold and dollar, between August of 1994 and December of 2007, when were studied the complete time break and subdivisions of two and three periods, adding a biannual analysis. Different strategies with these derivatives were considered: buy and hold or sell and hold contracts of first settlement or that took six months to maturity. Using*

¹ Professor no Instituto de Economia da Unicamp. E-mail: rodrigolanna@eco.unicamp.br.

² Professor Titular no Departamento de Economia, Administração e Sociologia da Esalq/USP. E-mail: gscarro@esalq.usp.br.

the Portfolio Theory, results in biannual analysis and over the time periods 1994-1998 and 1999-2003 showed improvement in portfolio efficiency, but without statistical significance, according methodology used by Gibbons, Ross e Shanken (1989).

Key-words: *Commodity futures contracts; Portfolio; Risk; Diversification.*

Classificação JEL: G11, G32.

1. Introdução

A negociação de derivativos com objetivo de investimento tem expandido no mercado financeiro mundial desde a década de 1990. Neste grupo de contratos, incluem-se os futuros sobre *commodities* – como grãos, animais, metais, combustíveis, entre outros.

Os fatores de formação dos preços das *commodities* subjacentes a esses derivativos são, em geral, bastante distintos daqueles que incidem sobre as cotações das ações e dos títulos de renda fixa. Com isso, a correlação entre os retornos dos ativos citados é, em geral, baixa, o que leva a concluir que a introdução dos futuros em questão em portfólios resulta em uma queda de risco do investimento. Vários estudos realizados nos mercados dos Estados Unidos confirmam tal fato – como exemplos estão Gorton e Rouwenhorst (2006), Ibbotson (2006), Egelkraut et al. (2005), Jensen et al. (2000, 2002), Edwards e Caglayan (2001), Edwards e Liew (1999), Fortenbery e Hauser (1990), Irwin e Landa (1987) e Bodie e Rosansky (1980).

Já o efeito da inclusão desses papéis no retorno de uma carteira diversificada é um ponto de bastante divergência na literatura. Conclusões distintas foram obtidas, dada a utilização de contratos futuros com diferentes ativos subjacentes e distintos períodos de tempo considerados. Enquanto Jensen et al. (2000, 2002), Edwards e Liew (1999) e Irwin e Landa (1987), por exemplo, observaram incrementos na rentabilidade da carteira com a introdução dos derivativos sobre *commodities*, Elton et al. (1987, 1990) e Fortenbery e Hauser (1990) mostraram que tais contratos são investimentos precários sob a análise de carteira no que diz respeito ao seu retorno.

No Brasil, os futuros sobre *commodities* são negociados na Bolsa de Valores, Mercadorias e Futuros – BM&FBovespa. Podem ser separados em dois grupos: os futuros sobre produtos agropecuários (como café arábica, café robusta, soja, milho, algodão, açúcar cristal, etanol, boi gordo e bezerro) e sobre metais (em que somente se inclui o ouro). O volume de negociação destes derivativos, apesar de mostrar crescimento, é ainda muito pequeno – inferior a 1% do volume total de contratos transacionados nesta bolsa. Estudos que analisam se a inclusão de tais contratos viabiliza a redução de risco e o aumento de retorno de uma carteira

formada por ações e títulos são de fundamental importância. Caso sejam comprovadas tais questões, as negociações com estes papéis podem ser estimuladas como alternativa de investimento, contribuindo para um aumento da liquidez nestes mercados.

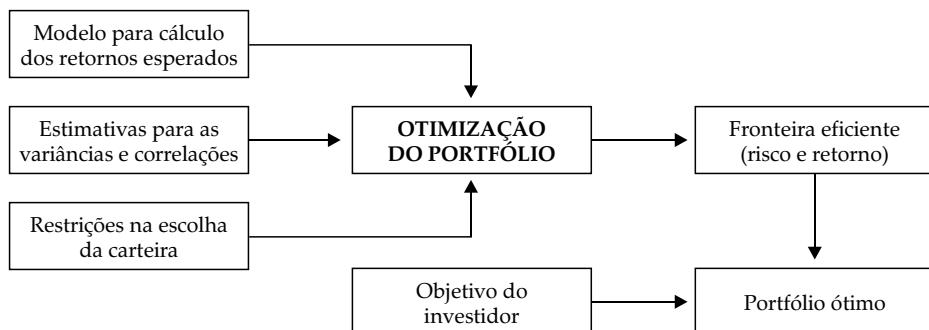
Nessa perspectiva, o presente trabalho tem o objetivo de analisar o impacto da introdução dos futuros de café arábica, soja, milho, açúcar cristal, etanol e boi gordo, negociados na BM&FBovespa, no risco e no retorno de uma carteira diversificada, composta por ações, títulos de renda fixa, ouro e dólar, no período de 1994 a 2007. A inserção de contratos futuros sobre *commodities* agropecuárias ocorrerá, separadamente, sob quatro diferentes estratégias: de compra e de venda em contratos com vencimentos curtos e longos.

2. Metodologia

A metodologia deste trabalho tem base na Teoria do Portfólio, desenvolvida por Markowitz (1952, 1956, 1959), também conhecida como Teoria da Média e Variância. A partir de um conjunto de hipóteses³, postula-se que, para um dado nível de risco do portfólio, o investidor procura maximizar o seu retorno esperado de forma a otimizar sua utilidade esperada.

Nesse contexto, o processo de investimento passa por algumas etapas, como ilustrado na figura 1. Em primeiro lugar, os agentes estimam os retornos esperados e os riscos dos ativos individuais, bem como a estrutura de correlações entre as rentabilidades dos títulos considerados. Adicionalmente, nesta etapa, podem ser estabelecidas restrições, entre elas a inexistência de vendas a descoberto e algum limite de participação de certo ativo na carteira. Com os resultados e as considerações expostos, são obtidos a rentabilidade esperada e o risco da carteira, sendo, posteriormente, realizadas técnicas de otimização, de modo a maximizar a primeira variável frente à segunda, construindo, dessa forma, a fronteira eficiente de investimentos. Por fim, a partir do objetivo do investidor e de seu grau de aversão ao risco, obtém-se a carteira ótima, a qual maximizará a utilidade esperada desse agente (FABOZZI et al., 2002).

³ As hipóteses consideradas na Teoria do Portfólio se baseiam em: a) racionalidade e aversão ao risco dos agentes; b) estrutura temporal de somente um período na decisão do investimento; c) os investidores observam certas distribuições de probabilidades para os retornos esperados, sendo tais probabilidades subjetivas; d) a escolha da carteira é feita com base no *trade-off* entre retorno esperado e risco da carteira; e) inexistência de custos de transação e impostos.

Figura 1. Processo de investimento, segundo a Teoria da Média e Variância.

Fonte: Fabozzi et al. (2002).

2.1. Retorno esperado, risco e estrutura de correlação: procedimentos de cálculo

As taxas de retorno mensais, $R_{i,t}$, para os índices de ações e para as posições compradas em contratos futuros são dadas pela equação (1).

$$R_i = \left(\frac{P_{i,t}}{P_{i,t-1}} - 1 \right) \times 100 \quad (1)$$

Em que $P_{i,t}$ e $P_{i,t-1}$ consistem no preço de ajuste, quando contratos futuros, e de fechamento, quando índices de ações, do ativo i no último dia do mês t e no último dia do mês $t-1$, respectivamente. Para posições vendidas, a rentabilidade é contrária àquela observada na estratégia de compra.

Seis observações valem ser feitas nestes cálculos, sendo as três últimas consideradas hipóteses do estudo: a) quando as estratégias com os derivativos forem baseadas em vencimentos curtos, utilizam-se os preços de ajuste dos contratos futuros de primeiro vencimento; já para operações com vencimentos longos, considera-se o papel que esteja com, no mínimo, seis meses para a maturidade (caso não se verifique contrato em aberto para tal prazo mínimo, o derivativo com o maior tempo até o vencimento é selecionado); b) nos futuros em que não se verifica a possibilidade de liquidação financeira no vencimento, a amostra de preços utilizada para o cálculo da taxa de retorno vai até o dia anterior ao início do período de emissão do aviso de entrega; por outro lado, para os contratos que admitiram liquidação por indicador em certo período, são consideradas, neste intervalo de tempo, cotações para tal derivativo até o último dia de negociação; c) quando a unidade de cotação do contrato futuro for em dólares, a conversão do preço de ajuste para reais é feita pela PTAX média de compra e venda do dia; d) supõe-se a inexistência de alavancagem ao considerar que, na compra ou venda de contratos, os agentes depositam

colaterais no valor de 100% do derivativo – como feito em Bodie e Rosansky (1980), Fortenberry e Hauser (1990) e Gorton e Rouwenhorst (2006); e) as garantias, mencionadas no item anterior, não apresentam rendimentos – sendo assim, a rentabilidade do derivativo é baseada somente na variação do preço futuro da *commodity*; f) custos com corretagem e impostos não são considerados na transação dos papéis do estudo.

A partir dos retornos mensais de cada um dos títulos, obtém-se a rentabilidade esperada do ativo i mediante a média aritmética de tais dados:

$$E(R_i) = \mu_i = \bar{R}_i = \frac{\sum_{k=1}^n R_{ik}}{n} \quad (2)$$

Em que n é igual ao número observações de retornos mensais.

Já o risco de cada um dos papéis é dado pelo desvio padrão amostral dos retornos, s_i , obtido pela equação (3):

$$s_i = \sqrt{\frac{\sum_{k=1}^n (R_{ik} - \bar{R}_i)^2}{n-1}} \quad (3)$$

Para verificar a correlação amostral dos retornos de títulos, c_{ij} , considera-se:

$$c_{ij} = \frac{\sum_{i,j=1}^n (R_i - \bar{R}_i)(R_j - \bar{R}_j)}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (R_i - \bar{R}_i)^2 \sum_{j=1}^n (R_j - \bar{R}_j)^2}} \quad (4)$$

Em que ρ_{ij} é a correlação populacional entre os retornos dos ativos. A partir dos valores encontrados para tais coeficientes, realizam-se testes de hipóteses, utilizando a estatística t de Student, a fim de avaliar as suas significâncias estatísticas.

De posse dos dados de retorno e risco para cada um dos ativos, a performance individual é calculada mediante a razão de Sharpe (RS):

$$RS = \frac{\bar{R}_i - R_f}{s_i} \quad (5)$$

Em que R_f é a taxa de juros livre de risco, sendo esta representada pela taxa Selic⁴. Quanto maior a razão, melhor a performance do título ou da carteira em análise, já que apresenta um maior excesso de retorno esperado para cada unidade de risco.

⁴ Taxa de juros básica da economia brasileira, calculada pelo Banco Central do Brasil (Bacen), sendo apurada no Sistema Especial de Liquidação e Custódia (Selic) a partir da média ponderada das operações compromissadas com títulos públicos federais.

2.2. Método de otimização

Segundo Markowitz (1952, 1991), uma das medidas a ser considerada na análise de investimentos é o retorno esperado do portfólio, $E(R_p) = \mu_p$. Este é dado pela média dos retornos esperados dos n ativos de risco considerados no investimento, ponderada pela participação de cada um dos títulos na carteira – equação (6).

$$E(R_p) = \mu_p = \sum_{i=1}^n X_i \mu_i = [X_1 \ X_2 \ X_3 \ \dots \ X_n] \begin{bmatrix} \mu_1 \\ \mu_2 \\ \mu_3 \\ \vdots \\ \mu_n \end{bmatrix} = x' \mu \quad (6)$$

Sendo x' um vetor, de ordem $(1 \times n)$, no qual estão presentes os pesos de cada ativo individual, X_i , pertencente à carteira, em que $i = 1, 2, \dots, n$. A soma de tais pesos deve ser igual a 100%, ou seja, $\sum_{i=1}^n X_i = 1$. Já μ consiste em um vetor $(n \times 1)$ de retornos esperados dos ativos individuais, μ_i .

O risco é representado pela variância dos retornos da carteira (σ_p^2), a qual pode ser calculada a partir da equação (7):

$$\sigma_p^2 = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n X_i X_j \sigma_{ij} = [X_1 \ X_2 \ X_3 \ \dots \ X_n] \begin{bmatrix} \sigma_1^2 & \sigma_{12} & \sigma_{13} & \dots & \sigma_{1n} \\ \sigma_{21} & \sigma_2^2 & \sigma_{23} & \dots & \sigma_{2n} \\ \sigma_{31} & \sigma_{32} & \sigma_3^2 & \dots & \sigma_{3n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \sigma_{n1} & \sigma_{n2} & \sigma_{n3} & \dots & \sigma_n^2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ X_3 \\ \vdots \\ X_n \end{bmatrix} = x' \Omega x \quad (7)$$

Em que Ω corresponde à matriz, de ordem $(n \times n)$, de covariância dos retornos dos n papéis considerados, sendo tal medida calculada dois a dois – títulos i e j (σ_{ij}). Quando $i = j$, chega-se à variância dos retornos de cada ativo pertencente ao portfólio ($\sigma_{ij} = \sigma_i^2$).

Considerando que a covariância de dois ativos i e j é igual a:

$$\sigma_{ij} = \sigma_i \times \sigma_j \times \rho_{ij} \quad (8)$$

E, substituindo a equação (8) em (7), obtém-se:

$$\sigma_p^2 = [X_1 \sigma_1 \ X_2 \sigma_2 \ X_3 \sigma_3 \ \dots \ X_n \sigma_n] \begin{bmatrix} 1 & \rho_{12} & \rho_{13} & \dots & \rho_{1n} \\ \rho_{21} & 1 & \rho_{23} & \dots & \rho_{2n} \\ \rho_{31} & \rho_{32} & 1 & \dots & \rho_{3n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \rho_{n1} & \rho_{n2} & \rho_{n3} & \dots & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_1 \sigma_1 \\ X_2 \sigma_2 \\ X_3 \sigma_3 \\ \vdots \\ X_n \sigma_n \end{bmatrix} \quad (9)$$

Sendo ρ_{ij} igual ao coeficiente de correlação entre os retornos dos ativos i e j , cujos possíveis valores situam-se no intervalo entre +1 (inclusive) e -1 (inclusive). Observa-se na matriz de correlações que, quando $i = j$, ρ_{ij} é igual a +1.

Na expressão anterior, nota-se que, quanto menor a correlação entre os retornos dos ativos presentes na carteira, menor será o risco do investimento (processo conhecido como diversificação).

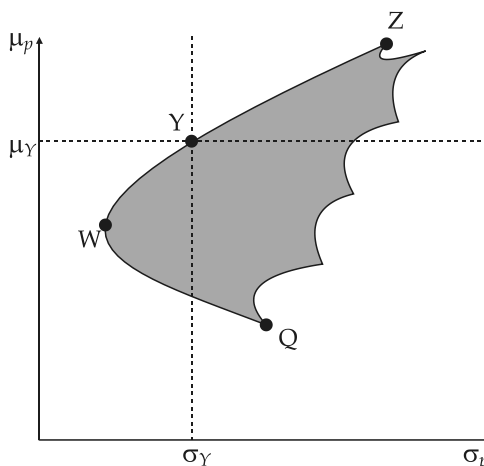
A partir dos dados de retorno médio e risco da carteira, as fronteiras eficientes são, então, obtidas por meio do algoritmo de Markowitz (1959), pelo qual se calcula, mediante a equação (10), o máximo retorno esperado da carteira, μ_p , para um dado risco, $\sigma_p = \sigma_0$ (ELTON et al., 2004; FABOZZI et al., 2006). À medida que se escolhe um nível de risco, chega-se a um retorno máximo, o que permite encontrar uma combinação ótima de risco-retorno e, conseqüentemente, formar a fronteira eficiente – segmento WZ da figura 2. O ponto Y, por exemplo, representa uma carteira com composição eficiente dos ativos – é caracterizada pelo maior retorno esperado possível, μ_Y , para um dado nível de risco, σ_Y .

$$\max_x x' \mu \quad (10)$$

$$\text{Sujeito a: } \sigma_0 = \sqrt{x' \Omega x}; \sum_{i=1}^n X_i = 1; 0 \leq X_i \leq 1 \text{ em que } i = 1, \dots, n$$

A restrição de que nenhum ativo apresenta um peso inferior a zero e superior a um significa que as fronteiras são construídas mediante à não permissão de vendas a descoberto.

Figura 2. Conjunto de oportunidades de investimento para n ativos com risco.



Fonte: Adaptado de Sharpe et al. (1995).

Utilizando a equação (10), obtém-se, em uma primeira etapa, a fronteira eficiente para o portfólio, composto por ações, títulos, ouro e dólar. Feito isso, procede-se à mesma sistemática, incluindo os futuros sobre *commodities*. Quatro estratégias estáticas são utilizadas isoladamente – compra e venda em vencimentos curtos (contratos de primeiro vencimento) e longos (utilizando derivativos com prazo mínimo de seis meses até a expiração).

Realiza-se essa sistemática para a amostra completa, dividindo-a em: dois períodos - 1994 a 2000 e 2001 a 2007; três períodos - 1994 a 1998, 1999 a 2003 e 2004 a 2007 e sete períodos, obtendo análises bienais. Vale observar que um contrato somente é incluído na carteira se tiver dados de retorno para todo período a que se refere.

Para avaliar se existe ganho de desempenho estatisticamente significativo com a inserção dos derivativos sobre *commodities*, procede-se ao método proposto por Gibbons, Ross e Shanken (1989), *apud* Campbell, Lo e MacKinlay (1997). A partir da equação (11), realiza-se o teste de hipótese, baseado na distribuição F , em que a rejeição da hipótese nula (de igualdade das razões de Sharpe - RS) indica ganho de performance com a introdução dos contratos futuros agropecuários. Conforme Hardin e Cheng (2002), é preciso realizar o teste em vários pontos da fronteira, comparando os portfólios original e com a presença dos contratos futuros agropecuários, no intuito de verificar se a melhora de desempenho é estatisticamente significativa.

$$J = \left(\frac{n-i-1}{i} \right) \left(\frac{RS_c^2 - RS_j^2}{1 + RS_j^2} \right) \sim F(i, n-i-1) \quad (11)$$

Sendo n o número de observações da série, i é a quantidade de ativos da carteira, RS_j e RS_c são as razões de Sharpe dos portfólio sem e com a presença de futuros agropecuários, respectivamente, sendo $RS_c^2 \geq RS_j^2$.

2.3. Dados do estudo

Os dados utilizados no estudo abrangem as cotações dos ativos que compõem o portfólio: a) ações, representadas pelo Ibovespa⁵; b) títulos de renda fixa, considerados pelas taxas Anbid⁶ e Selic; c) ouro, sendo os preços à vista obtidos na BM&FBovespa; d) investimentos atrelados à taxa de câmbio R\$/US\$, divulgada e calculada pelo Banco Central do Brasil; e) derivativos sobre

⁵ Índice da Bolsa de Valores de São Paulo, sendo o mais tradicional indicador do mercado acionário brasileiro, não sofrendo alterações metodológicas desde sua criação, em 1968.

⁶ Calculada pela Associação Nacional dos Bancos de Investimento, a taxa Anbid é formada pelas rentabilidades prefixadas praticadas pelas instituições financeiras para Certificados de Depósito Bancário (CDB), Certificados de Depósito Interfinanceiro (CDI) e Recibos de Depósito Bancário (RDB). Corresponde a uma média das taxas destes papéis, ponderada pelos montantes captados.

commodities agropecuárias, representados pelos contratos futuros de açúcar, etanol/álcool anidro⁷, boi gordo, café arábica, milho e soja, negociados na BM&FBovespa⁸.

A amostra de dados se refere ao período entre agosto de 1994 e dezembro de 2007 – 161 meses. O início em agosto de 1994 se deve às baixas taxas de inflação obtidas após aquele mês, com a adoção do Plano Real. No grupo dos derivativos, vale mencionar que somente os mercados futuros de café arábica e boi gordo apresentam contratos negociados em todo o período considerado. Os demais tiveram início da negociação após agosto de 1994, como pode ser visto na tabela 1.

Tabela 1. Início do período das amostras de preços dos contratos futuros sobre *commodities* utilizados no estudo.

Ativos	Início da amostra	Número de observações
Futuro de açúcar	Outubro de 1995	147
Futuro de álcool anidro/etanol	Abril de 2001	81
Futuro de boi gordo	Agosto de 1994	161
Futuro de café arábica	Agosto de 1994	161
Futuro de milho	Novembro de 1996	134
Futuro de soja*	Outubro de 1995	130

Fonte: BM&FBovespa (2007).

* Não foram observadas negociações com contratos futuros de soja de maio de 2001 a setembro de 2002.

3. Resultados e discussão

3.1. Análise das carteiras considerando período completo

A partir de uma amostra, com início em agosto de 1994 e término em dezembro de 2007, a tabela 2 aponta o retorno médio, o risco (desvio padrão dos retornos) e a razão de Sharpe do Ibovespa, taxa Anbid, taxa Selic, dólar, ouro e contratos futuros de café arábica e de boi gordo⁹, sendo que, nestes dois últimos, consideraram-se diferentes estratégias estáticas: comprada longa - CL, comprada curta - CC, vendida longa - VL e vendida curta - VC. Vale mencionar que somente foram expostos nas tabelas os resultados para posições de compra. A análise das

⁷ Assume-se que o último vencimento do futuro de álcool é o de junho de 2007. Posteriormente, foram considerados os futuros de etanol.

⁸ A BM&FBovespa também disponibiliza para negociação contratos futuros de algodão, bezerro e café robusta. Além disso, verifica-se a transação de futuros sobre ouro. Tais derivativos não são utilizados no estudo devido à baixa liquidez dos respectivos mercados em boa parte do período de análise.

⁹ Somente esses dois contratos foram incluídos, pelo fato de serem os únicos com negociação em todo o período de análise.

estratégias de venda pode ser feita ao inverter o sinal do retorno médio da operação comprada e manter o risco.

Para este intervalo de tempo, os derivativos de café e de boi não se constituíram em boas opções de investimento sob um contexto isolado. As razões de Sharpe destes papéis foram bastante baixas, em decorrência do baixo retorno para cada unidade de risco.

Os investimentos em ações e títulos de renda fixa apresentaram desempenhos bem superiores quando comparados com os demais ativos, dado que tiveram maiores razões de Sharpe. Os títulos de renda fixa, por exemplo, alcançaram retorno médio superior aos derivativos agropecuários mesmo tendo um risco bastante inferior.

Tabela 2. Retorno médio, risco e correlações entre as rentabilidades dos ativos de agosto de 1994 a dezembro de 2007.

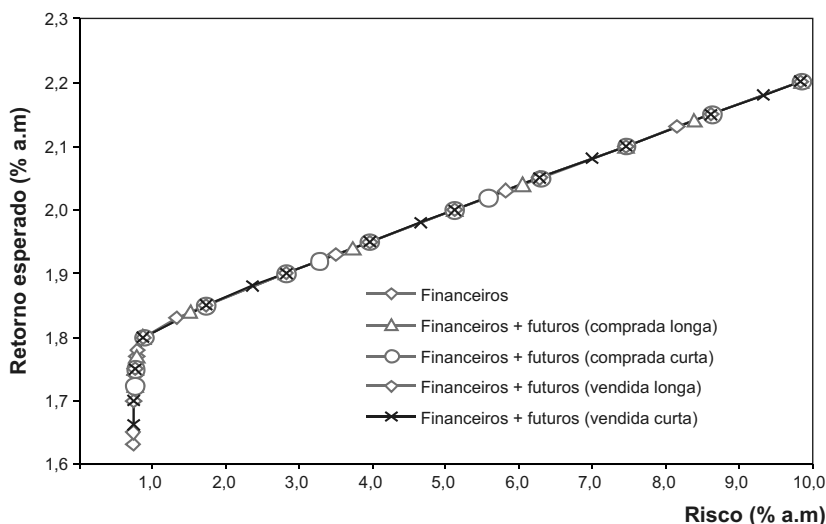
Ativo	Retorno médio (% a.m.)	Risco (% a.m.)	Razão de Sharpe (%a.m.)	Correlações				
				Ouro	Ibovespa	Dólar	Selic	Taxa Anbid
Ouro	1,15	7,76	-0,08	1,00				
Ibovespa	2,20	9,85	0,04	-0,02	1,00			
Dólar	0,60	6,85	-0,17	0,84*	-0,18**	1,00		
Selic	1,79	0,81	0,00	-0,04	0,08	0,01	1,00	
Taxa Anbid	1,75	0,77	-0,05	-0,05	0,09	0,01	0,97*	1,00
Futuro de boi - CC	0,46	5,47	-0,24	0,25*	-0,01	0,26*	0,03	0,04
Futuro de boi - CL	0,34	5,05	-0,29	0,38*	-0,04	0,43*	0,02	0,04
Futuro de café - CC	-0,16	11,94	-0,16	0,27*	0,07	0,36*	-0,03	-0,03
Futuro de café - CL	0,23	11,93	-0,13	0,28*	0,08	0,37*	-0,03	-0,03

Fonte: Resultados da pesquisa.

Notas: * Significativo a 1%; ** significativo a 5%.

Já a correlação entre os retornos dos derivativos em análise e as rentabilidades dos títulos de renda fixa e das ações foi estatisticamente igual a zero, o que poderia levar à diversificação do risco do portfólio quando da inclusão dos futuros em questão na carteira. No entanto, ao construir as fronteiras eficientes, verificou-se que a inserção dos papéis atrelados às duas *commodities* não resultou em queda de risco para um dado retorno esperado, inexistindo deslocamentos da fronteira eficiente (figura 3).

Figura 3. Fronteiras eficientes para o período entre agosto de 1994 e dezembro de 2007.



Fonte: Resultados da pesquisa.

Para baixos níveis de risco, o portfólio foi, em grande medida, composto por títulos atrelados às taxas Selic e Anbid, existindo um peso, em geral, inferior a 1% para os derivativos agropecuários. Com o aumento do risco, o Ibovespa obteve participação preponderante no portfólio, com peso nulo para os futuros sobre *commodities*.

Os resultados obtidos vão de encontro com Mattos e Ferreira Filho (2003). Utilizando dados entre 1994 e 1998, os autores avaliaram os desempenhos dos contratos futuros agropecuários negociados na bolsa brasileira sob um contexto isolado e inseridos em uma carteira de ações (representada pelo Ibovespa). Os desempenhos individuais dos contratos futuros foram, em geral, inferiores ao Ibovespa, já que apresentaram retornos médios baixos e riscos elevados. Além disso, mesmo verificando que os coeficientes de correlação entre os futuros agropecuários e o Ibovespa foram, estatisticamente, iguais a zero, a inclusão individual de cada contrato futuro na carteira provocou, na maior parte dos casos, queda no retorno e no risco do portfólio, sendo que tal redução de risco não foi capaz de compensar a diminuição de retorno.

Vale mencionar que Bodie e Rosansky (1980) verificaram a inserção de contratos futuros sobre *commodities* no mercado norte-americano, adotando margem integral na estratégia (anulando o efeito da alavancagem), como proposto neste trabalho. Analisando o comportamento de um portfólio formado

por ações e por futuros sobre *commodities* entre 1949 e 1976, os autores observaram que, no ponto de mínima variância, o retorno médio anual aumentou em 2,4%, enquanto o desvio padrão diminuiu em 33,1% frente aos resultados da carteira formada somente por ações. Gorton e Rouwenhorst (2006), por sua vez, observaram, entre 1959 e 2004, os futuros sobre *commodities* negociados nos Estados Unidos, por meio de um índice de pesos iguais, sendo este construído a partir de posições não alavancadas. Os ganhos de diversificação da carteira com a inclusão de futuros sobre *commodities* foram maiores com o aumento do período de tempo em análise.

Fortenbery e Hauser (1990), por outro lado, avaliaram, entre 1976 e 1985, sob a hipótese de não alavancagem, os benefícios de se introduzir futuros de boi gordo, porco, milho e soja e o Commodity Futures Index - CFI em um portfólio formado por ações. Somente a inserção dos contratos futuros de soja com vencimento em dois meses no portfólio composto pelos subíndices do S&P500 levou ao aumento do retorno médio e queda do risco. Na maior parte dos casos, houve significativa redução no risco, sendo o retorno mantido constante ou com pequena queda. Os autores ainda verificaram os impactos da introdução, na carteira de ações, de mais de uma posição em futuros. A análise foi feita, separadamente, para o grupo de contratos de grãos (soja e milho), de animais vivos (boi e porco) e para o índice CFI. Novamente, na maior parte dos casos, houve redução do retorno e do risco da carteira.

Cabe observar ainda que a hipótese de não alavancagem, adotada no trabalho, contribui para explicar a ausência de melhora na performance da carteira com futuros de *commodities*, observada na figura 3. É possível que a consideração de posições alavancadas altere os resultados a favor da elevação do desempenho da carteira com *commodities*. No entanto, tal possibilidade é restrita, dados os fracos desempenhos individuais dos contratos futuros em questão – tabela 2. O trabalho de Egelkraut et al. (2005) é importante nesse contexto. Os autores analisaram, entre 1994 e 2003, o impacto da entrada de contratos futuros individuais em uma carteira, considerando posições alavancadas em futuros sobre *commodities* – investidores mantinham uma porcentagem de 10% do valor do contrato como margem de garantia (constituída de títulos do governo). Não permitindo alavancagem, verificou-se que, em geral, a inclusão de posições compradas do tipo *buy and hold* em futuros agropecuários na carteira manteve ou melhorou a sua performance, sendo o melhor resultado obtido com os futuros de petróleo. Ao permitir posições alavancadas, as carteiras ótimas tiveram aumento da taxa de retorno e do desvio padrão. Porém, as razões de Sharpe não apresentaram significativas mudanças em relação aos resultados anteriores.

3.2. Análise das carteiras considerando dois períodos

Nesta análise, enquanto para o primeiro intervalo de tempo (agosto de 1994 a dezembro de 2000) foram considerados os futuros de café e de boi gordo, para o segundo período (janeiro de 2001 a dezembro de 2007), além dos dois derivativos mencionados, incluíram-se os futuros de milho, açúcar e álcool¹⁰.

Assim como no item anterior, os resultados para 1994-2000 e 2001-2007 indicaram que os futuros sobre *commodities*, negociados na BM&FBovespa, não foram boas alternativas de investimento em contexto isolado.

No intervalo 1994-2000, a estratégia de compra de futuros de boi gordo de vencimento distante teve o retorno médio mais elevado no grupo dos derivativos, igual a 1,15% ao mês, sendo o risco de 5,61% ao mês. Além de esta rentabilidade ser inferior aos retornos médios verificados nos títulos de renda fixa (2,27% a.m. para taxa Selic e 2,2% a.m. para taxa Anbid), o risco dos contratos futuros foi bem superior aos papéis anteriormente destacados, conforme a tabela 3.

Tabela 3. Retorno médio, risco e correlações entre as rentabilidades dos ativos de agosto de 1994 a dezembro de 2000.

Ativo	Retorno médio (% a.m)	Risco (% a.m)	Razão de Sharpe (% a.m)	Correlações				
				Ouro	Ibovespa	Dólar	Selic	Taxa Anbid
Ouro	0,88	9,04	-0,15	1,00				
Ibovespa	2,42	11,87	0,01	0,13	1,00			
Dólar	1,19	7,77	-0,14	0,92 *	0,05	1,00		
Selic	2,27	0,91	0,00	-0,03	0,09	-0,06	1,00	
Taxa Anbid	2,20	0,88	-0,08	-0,04	0,11	-0,04	0,96 *	1,00
Futuro de boi - CC	0,99	6,97	-0,18	0,32 *	0,01	0,33 *	0,00	0,00
Futuro de boi - CL	1,15	5,61	-0,20	0,50 *	-0,01	0,57 *	-0,10	-0,06
Futuro de café - CC	0,08	14,56	-0,15	0,27 **	0,16	0,35 *	-0,05	-0,05
Futuro de café - CL	0,58	14,47	-0,12	0,27 **	0,17	0,35 *	-0,05	-0,04

Fonte: Resultados da pesquisa.

Notas: * Significativo a 1%; ** significativo a 5%.

Já para o período 2001-2007, a compra de futuros de açúcar (com vencimento longo) gerou um retorno médio de 1,4% ao mês, sendo este o mais elevado no grupo dos derivativos sobre *commodities* – tabela 4. Porém, novamente, o risco associado à estratégia foi bastante alto (10,23% ao mês) – vale observar que o Ibovespa teve retorno médio de 2,01% ao mês, com um risco igual a 7,62% ao mês.

¹⁰ O contrato futuro de soja não foi inserido na análise, pois não foram observadas negociações de tais papéis entre maio de 2001 e setembro de 2002.

Tabela 4. Retorno médio, risco e correlações entre as rentabilidades dos ativos de janeiro de 2001 a dezembro de 2007.

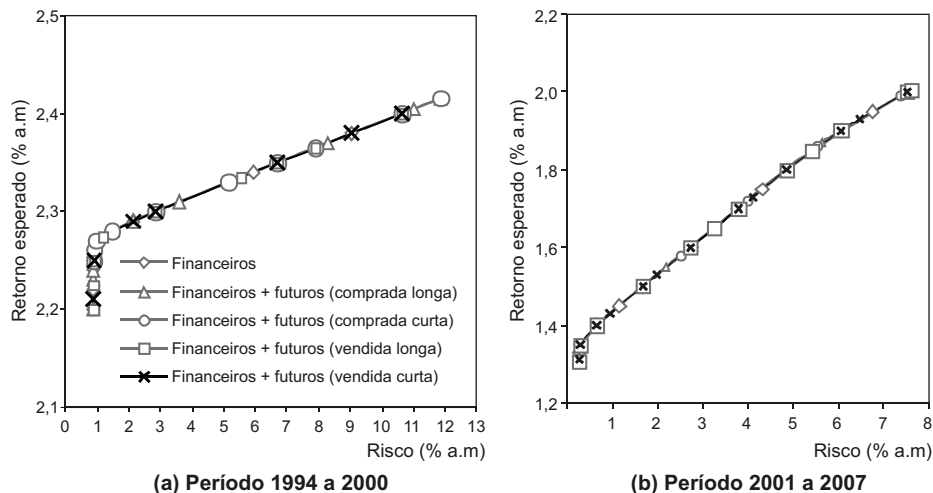
Ativo	Retorno médio (% a.m)	Risco (% a.m)	Razão de Sharpe (% a.m)	Correlações				
				Ouro	Ibovespa	Dólar	Selic	Taxa Anbid
Ouro	1,40	6,40	0,01	1,00				
Ibovespa	2,01	7,62	0,09	-0,30 *	1,00			
Dólar	0,05	5,87	-0,22	0,73 *	-0,62 *	1,00		
Selic	1,35	0,28	0,00	0,00	0,05	0,01	1,00	
Taxa Anbid	1,34	0,27	-0,04	-0,04	0,05	-0,05	0,94	1,00
Futuro de boi - CC	-0,03	3,57	-0,39	0,11	-0,06	0,07	-0,17	-0,14
Futuro de boi - CL	-0,41	4,37	-0,40	0,21 ***	-0,10	0,20 ***	-0,08	-0,04
Futuro de café - CC	-0,38	8,98	-0,19	0,28 *	-0,11	0,39 *	-0,04	-0,11
Futuro de café - CL	-0,08	9,08	-0,16	0,31 *	-0,12	0,42 *	-0,07	-0,14
Futuro de milho - CC	1,16	9,25	-0,02	0,17	0,05	0,18	-0,11	-0,18
Futuro de milho - CL	1,06	8,37	-0,03	0,22 **	0,06	0,22 **	-0,11	-0,18
Futuro de açúcar - CC	0,98	10,51	-0,04	0,49 *	-0,23 **	0,60 *	0,05	-0,04
Futuro de açúcar - CL	1,40	10,23	0,00	0,49 *	-0,24 **	0,60 *	0,09	0,03
Futuro de álcool - CC	1,16	10,74	-0,02	0,30 *	-0,09	0,24 **	0,11	0,03
Futuro de álcool - CL	0,83	9,95	-0,05	0,28 *	-0,06	0,22 **	0,15	0,07

Fonte: Resultados da pesquisa.

Notas: * Significativo a 1%; ** significativo a 5%; *** significativo a 10%.

No que tange à avaliação desses derivativos na composição das carteiras ótimas, não foram verificados benefícios significativos em incluí-los no portfólio, apesar de ter existido, em geral, uma baixa correlação entre os futuros agropecuários e os títulos de renda fixa e as ações, como observado nas tabelas anteriores¹¹. A figura 4 evidencia que, em geral, para certo retorno, o risco foi bastante similar, o que levou à sobreposição das fronteiras eficientes. Além disso, para os dois períodos, a composição da carteira centrou-se em títulos de renda fixa e Ibovespa.

¹¹ Entre 2001 e 2007, algumas correlações entre retornos dos futuros agropecuários e das ações apresentaram valores elevados. Coeficientes superiores a 0,20 foram observados entre Ibovespa e futuros de açúcar (posições vendidas).

Figura 4. Fronteiras eficientes para dois períodos.

Fonte: Resultados da pesquisa.

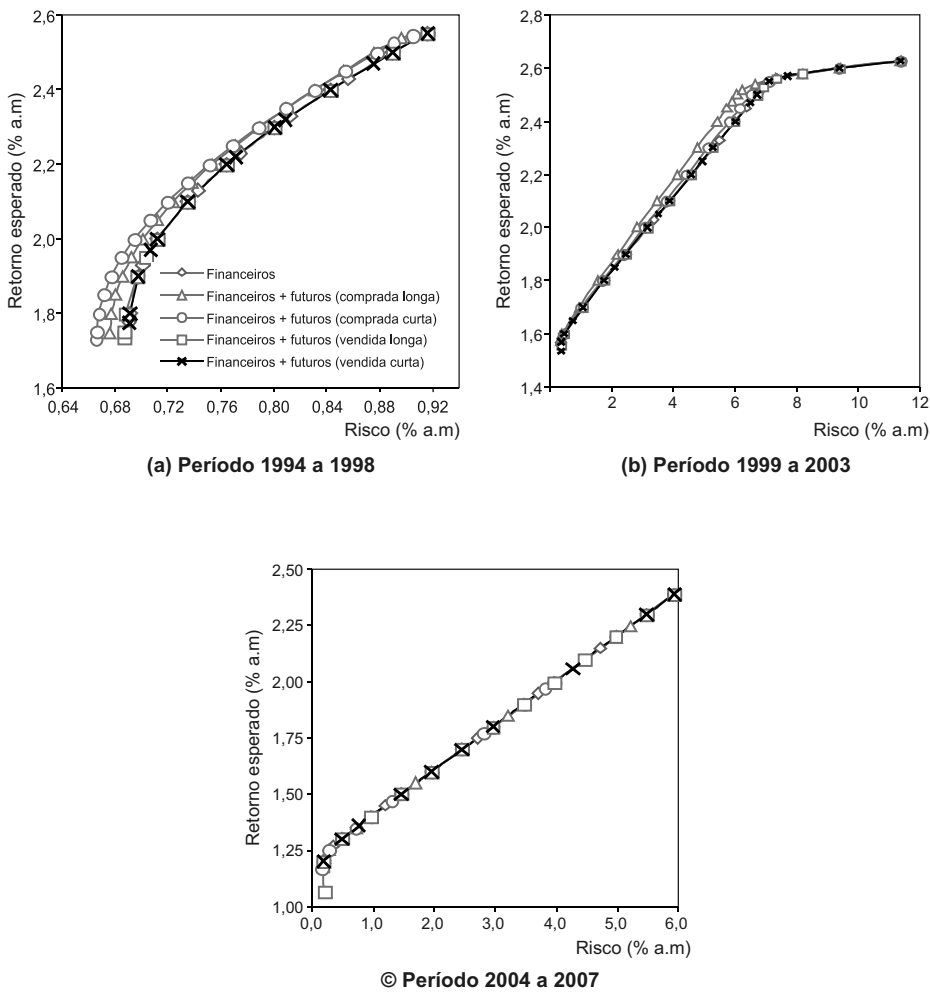
3.3. Análise das carteiras considerando três períodos

Dividindo a amostra em três períodos (agosto de 1994 a dezembro de 1998, janeiro de 1999 a dezembro de 2003 e janeiro de 2004 a dezembro de 2007), os resultados novamente revelaram que os derivativos sobre *commodities*, em um contexto isolado, não foram investimentos atrativos por apresentar um risco muito elevado face ao seu retorno, em geral, baixo.

Ao verificar o impacto da introdução dos futuros em questão no portfólio diversificado, os resultados dos períodos de 1994-2002 e 1999-2003 mostraram um pequeno aumento do retorno da carteira para um dado nível de risco, quando da inclusão de derivativos agropecuários. Isso foi verificado com maior intensidade no último período ao inserir posições compradas – tabela 5. As carteiras citadas foram formadas, em grande medida, por ouro, Selic, Ibovespa e futuros de açúcar. Para esses derivativos, cabe destacar que o seu peso na carteira foi superior a 10% em alguns pontos da fronteira.

No entanto, conforme pode ser visto na tabela 5, os deslocamentos das fronteiras não foram estatisticamente significativos, de acordo com teste de Gibbons, Ross e Shanken (1989). Ou seja, não foi possível rejeitar a hipótese nula de igualdade das razões de Sharpe entre as carteiras sem e com futuros agropecuários.

Figura 5. Fronteiras eficientes para três períodos.



Fonte: Resultados da pesquisa.

Tabela 5. Combinação ótima entre retorno e risco de janeiro de 1999 a dezembro de 2003.

Risco (%a.m)	Retorno (%a.m)		Razão de Sharpe (%a.m)*		Estatística J	Significância
	Financeiro	Financeiro + Futuros (CL)	Financeiro	Financeiro + Futuros (CL)		
2,0000	1,8323	1,8692	0,1312	0,1496	0,0284	1,0000
4,0000	2,1152	2,1800	0,1363	0,1525	0,0256	1,0000
6,0000	2,3973	2,4892	0,1379	0,1532	0,0244	1,0000
8,0000	2,5762	2,5762	0,1258	0,1258	0,0000	..
10,0000	2,6086	2,6086	0,1039	0,1039	0,0000	1,0000
Risco (%a.m)	Financeiro + Futuros (CC)		Financeiro + Futuros (CC)		Estatística J	Significância
	Financeiro	Financeiro + Futuros (CC)	Financeiro	Financeiro + Futuros (CC)		
2,0000	1,8323	1,8452	0,1312	0,1376	0,0095	1,0000
4,0000	2,1152	2,1369	0,1363	0,1417	0,0083	1,0000
6,0000	2,3973	2,4265	0,1379	0,1428	0,0075	1,0000
8,0000	2,5762	2,5762	0,1258	0,1258	0,0000	..
10,0000	2,6086	2,6086	0,1039	0,1039	0,0000	1,0000
Risco (%a.m)	Financeiro + Futuros (VL)		Financeiro + Futuros (VL)		Estatística J	Significância
	Financeiro	Financeiro + Futuros (VL)	Financeiro	Financeiro + Futuros (VL)		
2,0000	1,8323	1,8319	0,1312	0,1310	-0,0003	..
4,0000	2,1152	2,1171	0,1363	0,1368	0,0007	1,0000
6,0000	2,3973	2,3982	0,1379	0,1380	0,0002	1,0000
8,0000	2,5762	2,5762	0,1258	0,1258	0,0000	1,0000
10,0000	2,6086	2,6086	0,1039	0,1039	0,0000	..
Risco (%a.m)	Financeiro + Futuros (VC)		Financeiro + Futuros (VC)		Estatística J	Significância
	Financeiro	Financeiro + Futuros (VC)	Financeiro	Financeiro + Futuros (VC)		
2,0000	1,8323	1,8337	0,1312	0,1319	0,0010	1,0000
4,0000	2,1152	2,1174	0,1363	0,1369	0,0008	1,0000
6,0000	2,3973	2,3986	0,1379	0,1381	0,0003	1,0000
8,0000	2,5762	2,5762	0,1258	0,1258	0,0000	..
10,0000	2,6086	2,6086	0,1039	0,1039	0,0000	1,0000

* A taxa livre de risco no período foi de 1,57% a.m.

Fonte: Resultados da pesquisa.

Nota: Sinal convencional utilizado: .. Não se aplica dado numérico.

3.4. Análise das carteiras considerando biênios

Sob a perspectiva de investimento isolado e considerando a razão de Sharpe como indicador de performance, os futuros sobre *commodities* apresentaram melhores resultados na análise bienal se comparados com os períodos observados anteriormente. A tabela 6 apresenta os ativos com os três melhores desempenhos em cada um dos sete biênios. Exceto para o biênio 1998-1999, não existe a presença de futuros agropecuários dentre os três papéis com as maiores razões de Sharpe.

Tabela 6. Retorno médio, risco e razão de Sharpe para os ativos com melhor performance nos sete biênios considerados.

Período de tempo	Ativos	Retorno médio (% a.m.)	Risco (% a.m.)	Razão de Sharpe (% a.m.)
1994 - 1995	Café (vendida curta)	3,93	8,50	0,03
	Café (vendida longa)	3,70	8,32	0,00
	Taxa Selic	3,70	0,49	0,00
1996 - 1997	Café (comprada longa)	5,96	17,33	0,23
	Ibovespa	4,11	9,39	0,23
	Café (comprada curta)	5,64	16,71	0,22
1998 - 1999	Ibovespa	3,33	14,70	0,09
	Ouro	2,80	15,61	0,05
	Dólar	2,67	13,80	0,05
2000 - 2001	Café (vendida curta)	5,27	6,53	0,60
	Café (vendida longa)	4,77	6,36	0,54
	Açúcar (comprada curta)	1,70	9,12	0,04
2002 - 2003	Álcool (comprada longa)	3,40	11,50	0,15
	Ouro	2,81	8,53	0,14
	Milho (comprada curta)	3,07	11,08	0,13
2004 - 2005	Açúcar (comprada longa)	3,26	6,58	0,29
	Milho (vendida curta)	2,66	6,30	0,21
	Açúcar (comprada curta)	2,84	7,74	0,19
2006 - 2007	Ibovespa	2,86	5,23	0,34
	Soja (comprada curta)	3,44	9,15	0,26
	Soja (comprada longa)	2,84	8,37	0,21

Fonte: Resultados da pesquisa.

Observando os futuros agropecuários como componente de uma carteira diversificada, verificou-se que, nos biênios de 1994-1995, 1996-1997 e 2000-2001, os derivativos de café arábica permitiram que o portfólio atingisse níveis de retorno que a carteira inicial não obteria – figura 6. No primeiro biênio, a venda de futuros de primeiro vencimento de café levou a ganhos de até 3,9% ao mês, pois houve queda acentuada nos preços da *commodity*, especialmente em 1995. A razão de tal tendência baseou-se em um processo de correção frente às fortes altas do primeiro semestre de 1994, decorrentes das geadas que atingiram as principais regiões produtoras do Brasil.

Já no biênio 1996-1997, as posições de compra em futuros de café arábica foram as responsáveis pelo aumento do retorno. Levando em conta o portfólio em que estiveram presentes contratos com vencimentos superiores a seis meses, o retorno médio atingiu níveis próximos a 6% a.m, enquanto a carteira original teve rentabilidade próxima a 4% a.m. Os preços desta *commodity* registraram significativa elevação em 1997 – ano marcado por uma oferta bastante apertada do produto frente à sua demanda, o que elevou as cotações a patamares acima dos observados em 1994, quando houve geadas.

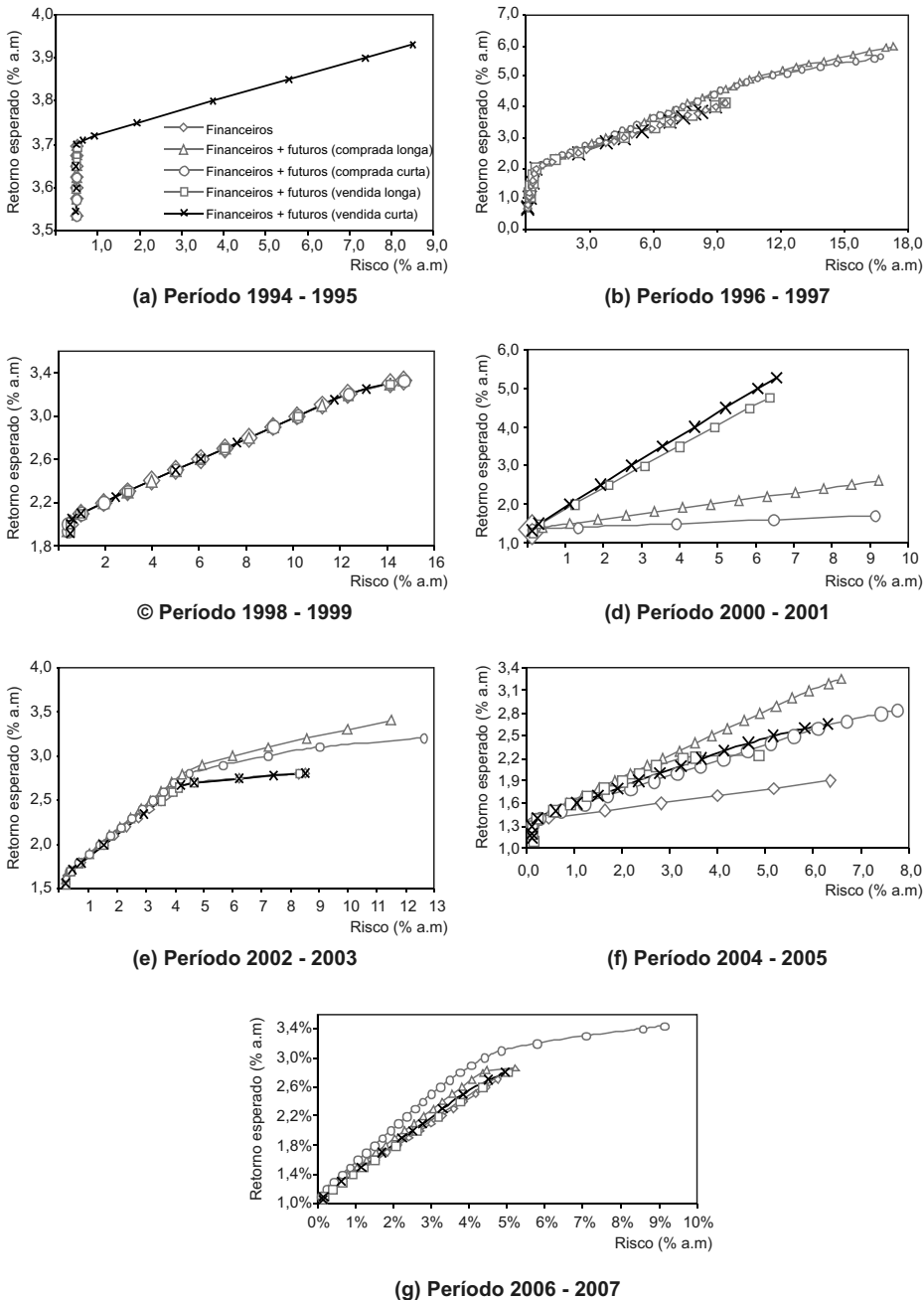
Com relação ao período 2000-2001, o forte decréscimo nas cotações do café, decorrente, segundo Moricochi, Martin, Vegro (2001), do aumento na produção mundial e dos estoques nos países consumidores, levou a ganhos nas posições vendidas em futuros do produto. Houve aumento do retorno médio da carteira, atingindo patamares superiores a 5% ao mês, quando, no máximo, o portfólio de ativos financeiros rendeu 1,35% ao mês.

Pela figura 6, nota-se que os maiores deslocamentos da fronteira eficiente, a partir da inserção de derivativos de *commodities*, ocorreram nos biênios 2002-2003, 2004-2005 e 2006-2007.

Entre 2002 e 2003, para um nível de risco de, por exemplo, 6% ao mês, a inserção de futuros agropecuários, considerando estratégias de compra (vencimento longo), levou a um aumento de retorno próximo de 10% (tabela 7). Observou-se, aqui, uma significativa alocação para contratos de álcool – na faixa de retorno citada anteriormente, a participação deste derivativo foi de aproximadamente 47%. Tal alocação se deveu à forte alta dos preços deste combustível no segundo semestre de 2002 e início de 2003.

Porém, como mostra a tabela 7, o teste de Gibbons, Ross e Shanken (1989) indicou que o deslocamento da fronteira não foi estatisticamente significativo, o que não permite afirmar que as razões de Sharpe das carteiras com derivativos agropecuários são superiores ao portfólio original.

Figura 6. Fronteiras eficientes para os sete biênios considerados.



Fonte: Resultados da pesquisa.

Tabela 7. Combinação ótima entre retorno e risco para o período de janeiro de 2002 a dezembro de 2003.

Risco (%a.m)	Retorno (%a.m)		Razão de Sharpe (%a.m)*		Estatística J	Significância
	Financeiro	Financeiro + Futuros (CL)	Financeiro	Financeiro + Futuros (CL)		
1,000	1,8638	1,8870	0,2463	0,2695	0,0147	1,0000
2,000	2,1175	2,1696	0,2500	0,2761	0,0168	1,0000
4,000	2,6190	2,7320	0,2504	0,2786	0,0183	1,0000
6,000	2,7441	3,0005	0,1878	0,2305	0,0224	1,0000
8,000	2,7932	3,1583	0,1470	0,1926	0,0197	1,0000
Risco (%a.m)	Financeiro	Financeiro + Futuros (CC)	Financeiro	Financeiro + Futuros (CC)	Estatística J	Significância
1,000	1,8638	1,8907	0,2463	0,2732	0,0172	1,0000
2,000	2,1175	2,1652	0,2500	0,2739	0,0153	1,0000
4,000	2,6190	2,7094	0,2504	0,2730	0,0145	1,0000
6,000	2,7441	2,9230	0,1878	0,2176	0,0152	1,0000
8,000	2,7932	3,0456	0,1470	0,1785	0,0131	1,0000
Risco (%a.m)	Financeiro	Financeiro + Futuros (VL)	Financeiro	Financeiro + Futuros (VL)	Estatística J	Significância
1,000	1,8638	1,8628	0,2463	0,2453	-0,0006	..
2,000	2,1175	2,1164	0,2500	0,2495	-0,0003	..
4,000	2,6190	2,6190	0,2504	0,2504	0,0000	..
6,000	2,7441	2,7441	0,1878	0,1878	0,0000	1,0000
8,000	2,7932	2,7932	0,1470	0,1470	0,0000	1,0000
Risco (%a.m)	Financeiro	Financeiro + Futuros (VC)	Financeiro	Financeiro + Futuros (VC)	Estatística J	Significância
1,000	1,8638	1,8594	0,2463	0,2419	-0,0026	..
2,000	2,1175	2,1133	0,2500	0,2479	-0,0013	..
4,000	2,6190	2,6181	0,2504	0,2502	-0,0001	..
6,000	2,7441	2,7441	0,1878	0,1878	0,0000	..
8,000	2,7932	2,7932	0,1470	0,1470	0,0000	..

* A taxa livre de risco no período foi de 1,62% a.m.
Fonte: Resultados da pesquisa.
Nota: Sinal convencional utilizado: .. Não se aplica dado numérico.

No biênio 2004-2005, também se verificou aumento no retorno médio, para um dado nível de risco, com a inclusão de posições em contratos futuros sobre *commodities* – para um risco de, por exemplo, 5% ao mês, a rentabilidade aumentou de 1,78% para 2,84% ao mês com o uso de posições compradas em vencimentos superiores a seis meses (tabela 8). Quando incluídas estratégias de compra, os futuros de açúcar tiveram a maior participação no portfólio dentro do grupo de derivativos sobre *commodities*. Já quando consideradas posições de venda, os futuros de milho e boi gordo foram os destaques. Tais fatos se deveram: i) ao aumento das cotações do açúcar dada a redução da oferta mundial do produto - quebra de safra em países da Ásia e maior utilização da cana produzida no Brasil para geração de álcool, conforme Martin (2006); ii) à queda dos preços do milho, causada pelas elevadas safras norte-americanas e pela valorização da taxa de câmbio, a qual refletiu em diminuição da exportação e no consequente aumento da oferta interna do grão (GUIMARÃES; OSAKI, 2005); iii) à baixa das cotações do boi gordo em 2005, inclusive no período da entressafra, ocasionada por problemas de febre aftosa em algumas regiões produtoras e por embargos à carne nacional em vários países importadores (DE ZEN; MENEZES, 2005).

Vale salientar, contudo, que o teste de Gibbons, Ross e Shanken (1989) leva, novamente, à não significância da expansão das fronteiras. Assim, não foi possível rejeitar a hipótese de igualdade das razões de Sharpe das carteiras com e sem derivativos agropecuários – tabela 8.

Para o período 2006 e 2007, ao adicionar na carteira posições compradas em contratos de primeiro vencimento sobre *commodities*, observou-se um acréscimo do retorno médio, em alguns pontos da fronteira, próximos a 20%. Porém, como ocorrido anteriormente, a elevação da performance não foi estatisticamente significativa, conforme método de Gibbons, Ross e Shanken (1989) – tabela 9.

Nos portfólios, em que incluíram derivativos, existiu significativa participação na composição da carteira dos futuros de boi gordo, milho e soja. Verificou-se, em todos estes mercados, uma tendência de alta dos preços. No mercado de boi gordo, a oferta de animais para abate foi muito restrita em 2007, o que impulsionou as cotações. Quanto ao milho, os preços também tiveram ampla elevação em 2007 – além da alta procura por esta *commodity* para geração de etanol, as exportações brasileiras tiveram forte crescimento em função da substituição deste produto pelo trigo, já que a oferta deste último foi muito apertada naquele ano. O cenário positivo no mercado de milho influenciou os preços da soja, os quais também subiram.

Tabela 8. Combinação ótima entre retorno e risco para o período de janeiro de 2004 a dezembro de 2005.

Risco (%a.m)	Retorno (%a.m)		Razão de Sharpe (%a.m)*		Estatística J	Significância
	Financeiro	Financeiro + Futuros (CL)	Financeiro	Financeiro + Futuros (CL)		
2,0000	1,5309	1,9410	0,0842	0,2892	0,0829	0,9999
3,0000	1,6154	2,2430	0,0843	0,2935	0,0856	0,9999
4,0000	1,7000	2,5396	0,0844	0,2943	0,0861	0,9999
5,0000	1,7847	2,8359	0,0844	0,2947	0,0863	0,9999
6,0000	1,8693	3,1237	0,0845	0,2935	0,0856	0,9999
Risco (%a.m)	Financeiro	Financeiro + Futuros (CC)	Financeiro	Financeiro + Futuros (CC)	Estatística J	Significância
2,0000	1,5309	1,7611	0,0842	0,1993	0,0354	1,0000
3,0000	1,6154	1,9705	0,0843	0,2027	0,0368	1,0000
4,0000	1,7000	2,1756	0,0844	0,2033	0,0370	1,0000
5,0000	1,7847	2,3806	0,0844	0,2036	0,0372	1,0000
6,0000	1,8693	2,5847	0,0845	0,2037	0,0372	1,0000
Risco (%a.m)	Financeiro	Financeiro + Futuros (VL)	Financeiro	Financeiro + Futuros (VL)	Estatística J	Significância
2,0000	1,5309	1,9016	0,0842	0,2696	0,0710	0,9999
3,0000	1,6154	2,1743	0,0843	0,2706	0,0716	0,9999
4,0000	1,7000	2,2358	0,0844	0,2183	0,0439	1,0000
5,0000	1,7847	2,2311	0,0844	0,1737	0,0250	1,0000
6,0000	1,8693	2,2279	0,0845	0,1442	0,0148	1,0000
Risco (%a.m)	Financeiro	Financeiro + Futuros (VC)	Financeiro	Financeiro + Futuros (VC)	Estatística J	Significância
2,0000	1,5309	1,8144	0,0842	0,2259	0,0476	1,0000
3,0000	1,6154	2,0499	0,0843	0,2291	0,0492	1,0000
4,0000	1,7000	2,2738	0,0844	0,2278	0,0485	1,0000
5,0000	1,7847	2,4712	0,0844	0,2217	0,0455	1,0000
6,0000	1,8693	2,6221	0,0845	0,2099	0,0400	1,0000

* A taxa livre de risco no período foi de 1,36% a.m.
Fonte: Resultados da pesquisa.

Tabela 9. Combinação ótima entre retorno e risco para o período de janeiro de 2006 a dezembro de 2007.

Risco (%a.m)	Retorno (%a.m)		Razão de Sharpe (%a.m)*		Estatística J	Significância
	Financeiro	Financeiro + Futuros (CL)	Financeiro	Financeiro + Futuros (CL)		
1,0000	1,4085	1,4795	0,3508	0,4218	0,0533	1,0000
2,0000	1,7525	1,8781	0,3474	0,4102	0,0463	1,0000
3,0000	2,0959	2,2763	0,3461	0,4062	0,0441	1,0000
4,0000	2,4384	2,6731	0,3452	0,4039	0,0428	1,0000
5,0000	2,7808	2,8577	0,3446	0,3600	0,0106	1,0000
Risco (%a.m)	Financeiro	Financeiro + Futuros (CC)	Financeiro	Financeiro + Futuros (CC)	Estatística J	Significância
1,0000	1,4085	1,5649	0,3508	0,5072	0,1303	0,9990
2,0000	1,7525	2,0329	0,3474	0,4876	0,1140	0,9995
3,0000	2,0959	2,4987	0,3461	0,4803	0,1081	0,9996
4,0000	2,4384	2,8811	0,3452	0,4559	0,0864	0,9999
5,0000	2,7808	3,1199	0,3446	0,4124	0,0501	1,0000
Risco (%a.m)	Financeiro	Financeiro + Futuros (VL)	Financeiro	Financeiro + Futuros (VL)	Estatística J	Significância
1,0000	1,4085	1,4203	0,3508	0,3626	0,0082	1,0000
2,0000	1,7525	1,7783	0,3474	0,3603	0,0089	1,0000
3,0000	2,0959	2,1326	0,3461	0,3583	0,0084	1,0000
4,0000	2,4384	2,4866	0,3452	0,3572	0,0083	1,0000
5,0000	2,7808	2,7974	0,3446	0,3479	0,0022	1,0000
Risco (%a.m)	Financeiro	Financeiro + Futuros (VC)	Financeiro	Financeiro + Futuros (VC)	Estatística J	Significância
1,0000	1,4085	1,4352	0,3508	0,3775	0,0189	1,0000
2,0000	1,7525	1,8096	0,3474	0,3760	0,0201	1,0000
3,0000	2,0959	2,1832	0,3461	0,3752	0,0205	1,0000
4,0000	2,4384	2,5524	0,3452	0,3737	0,0200	1,0000
5,0000	2,7808	2,8103	0,3446	0,3505	0,0040	1,0000

Fonte: Resultados da pesquisa.
Nota: Sinal convencional utilizado: .. Não se aplica dado numérico (ponto que não se aplica à fronteira eficiente em análise).

Nos últimos biênios analisados, constatou-se uma maior presença de estratégias de compra de contratos no portfólio, dado que tais períodos foram caracterizados por uma significativa elevação dos preços de várias *commodities*.

Segundo Lima e Margarido (2008), as cotações de boa parte dos produtos agropecuários, metais e combustíveis têm tido aumentos desde 2002, contrariando uma observação geral de que os ciclos de alta de tais ativos duram em média 29 meses. Segundo os autores, esse cenário pode ser explicado por cinco fatores: a) consumo crescente de *commodities*, observado, sobretudo, nos países emergentes; b) maior contágio que os produtos financeiros atrelados aos preços destes produtos vêm tendo dos demais ativos negociados no mercado¹²; c) elevação das cotações por parte dos produtores norte-americanos como forma de compensar a perda do poder de compra do dólar; d) crescente oferta dos biocombustíveis, a qual tem causado aumentos dos preços dos alimentos; e) transmissão da elevação das cotações entre diferentes *commodities*.

4. Conclusões

Os resultados obtidos neste trabalho permitem tecer algumas conclusões. A primeira consiste na maior presença dos futuros agropecuários na carteira diversificada, quando utilizados em estratégias com períodos de tempo relativamente menores, em especial nos biênios. Isso foi viabilizado pela baixa correlação entre os retornos dos derivativos em questão e as rentabilidades dos demais ativos, além da boa performance individual que certos contratos futuros obtiveram. Porém, destaca-se que os deslocamentos da fronteira, quando ocorreram, não foram estatisticamente significativos, conforme teste de Gibbons, Ross e Shanken (1989), o que não permite concluir ganho de desempenho do portfólio com a inclusão dos derivativos sobre *commodities*.

Foram também realizadas inserções individuais de cada contrato futuro (com posições vendidas e compradas em vencimentos curtos e longos) na carteira de ações, títulos, ouro e dólar, utilizando a amostra completa de retornos para cada *commodity*. Em nenhum dos casos foi observada expansão da fronteira eficiente, o que confirmou que a decisão de inserir os contratos em questão em portfólios, utilizando estratégia estática, durante um longo período, não trouxe benefícios à carteira de investimento. Ao realizar tal estratégia, os rendimentos positivos alcançados em determinados anos safra foram anulados por algum outro período, devido aos ciclos de preços comuns em *commodities* agropecuárias.

¹² Segundo Lima e Margarido (2008), essa questão é explicada pelo aumento no investimento, especialmente nos Estados Unidos, em títulos cujos preços derivam de *commodities*, pois as taxas de juros estão em um nível relativamente baixo e a aversão ao risco dos investidores tem se elevado.

Verificou-se ainda que não houve uma elevação sistemática de performance somente com posições de compra ou de venda de certo derivativo com vencimentos curtos ou longos nos vários períodos de análise. Em cada intervalo de tempo, quando ocorriam expansões na fronteira eficiente, as inclusões dos derivativos se davam sob diferentes estratégias. Tal constatação permite concluir que análises fundamentalistas sobre o mercado são vitais para uma estratégia de investimento em *commodities*.

A análise bienal na década de 2000 foi exceção no panorama geral dos resultados expostos. A compra de futuros agropecuários elevou sistematicamente o desempenho das carteiras, em razão das altas de preços observadas em vários mercados – consequência do aumento mundial da demanda por alimentos e da oferta mundial restrita com uma maior utilização de algumas *commodities* na produção de biocombustíveis. Contudo, o aumento de performance, em todos os casos, não foi estatisticamente significativo.

Cabe ainda salientar que outros estudos podem avançar as análises aqui feitas, no sentido de incluir estratégias dinâmicas com os contratos futuros, custos das operações com tais derivativos e possibilidade de alavancagem nesses mercados.

5. Referências Bibliográficas

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

CAMPBELL, J. Y.; LO, A. W.; MACKINLAY, A. C. *The Econometrics of Financial Markets*. Princeton University Press, Princeton, NJ, 1997.

DE ZEN, S.; MENEZES, S.M. *Agromensal Esalq/BM&F*: informações de mercado, dezembro de 2005. Disponível em: <http://www.cepea.esalq.usp.br/agromensal/2005/12_dezembro/Pecuaria.htm>. Acesso em: 24 jul. 2008.

EDWARDS, F.R.; CAGLAYAN, M.O. Hedge fund and commodity fund investments in bull and bear markets. *Journal of Portfolio Management*, New York, v. 27, n. 4, p. 97-108, 2001.

EDWARDS, E.R.; LIEW, J. Managed commodity funds. *The Journal of Futures Markets*, New York, v. 19, n. 4, p. 377-411, 1999.

EGLKRAUT, T.M.; WOODARD, J.D.; GARCIA, P.; PENNINGS, J.M.E. *Portfolio diversification with commodity futures: properties of levered futures*. In: NCR-134 CONFERENCE ON APPLIED COMMODITY PRICE ANALYSIS, FORECASTING AND MARKET RISK MANAGEMENT, 2005, St. Louis. 14 p. Disponível em: <http://www.farmdoc.uiuc.edu/nccc134/conf_2005/pdf/confp05-05.pdf>. Acesso em: 10 jan. 2008.

ELTON, E.; GRUBER, M.; RENTZLER, J. Professionally managed, publicly traded commodity funds. *Journal of Business*, Chicago, v. 60, n. 2, p. 175-199, 1987.

ELTON, E.; GRUBER, M.; RENTZLER, J. The performance of publicly offered commodity funds. *Financial Analysts Journal*, Charlottesville, v. 46, n. 4, p. 23-30, 1990.

ELTON, E.; GRUBER, M.; BROWN, S.J.; GOETZMANN, W.N. *Moderna teoria de carteiras e análise de investimentos*. São Paulo: Atlas, 2004. 602 p.

FABOZZI, F.J.; GUPTA, F.; MARKOWITZ, H.M. The legacy of modern portfolio theory. *Journal of Investing*, New York, v. 11, n. 3, p. 8, 2002.

FABOZZI, F.J.; FOCARDI, S.M.; KOLM, P.N. *Financial modeling of the equity market – from CAPM to cointegration*. Hoboken: John Wiley & Sons, 2006. 651 p.

FORTENBERY, T.R.; HAUSER, R.J. Investment potential of agricultural futures contracts. *American Journal of Agricultural Economics*, Milwaukee, v. 72, n. 3, p. 721-726, 1990.

GIBBONS, M. R.; ROSS, S. A.; SHANKEN, J. Test of the efficiency of a given portfolio. *Econometrica*, v. 57, p. 279-295.

GORTON, G.; ROUWENHORST, G. Facts and fantasies about commodity futures. *Financial Analysts Journal*, Charlottesville, v. 62, n. 2, p. 47-68, 2006.

GUIMARÃES, V.D.A.; OSAKI, M. *Agromensal Esalq/BM&F: informações de mercado*, dezembro de 2005. Disponível em: <http://www.cepea.esalq.usp.br/agromensal/2005/12_dezembro/Milho.htm>. Acesso em: 24 jul. 2008.

HARDIN, W. G.; CHENG, P. Farmland investment under conditions of certainty and uncertainty. *Journal of Real Estate Finance and Economics*, v. 25, n. 1, p. 81-98, 2002.

IBBOTSON ASSOCIATES. *Strategic asset allocation and commodities*. Disponível em: <<http://corporate.morningstar.com/ib/documents/MethodologyDocuments/IBBAssociates/Commodities.pdf>>. Acesso em: 20 dez. 2007.

IRWIN, S.; LANDA, D. Real estate, futures, and gold as portfolio assets. *Journal of Portfolio Management*, New York, v. 14, n. 1, p. 29-34, 1987.

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

LIMA, L.A.F.; MARGARIDO, M.A. Causas do atual ciclo de alta de preços de commodities. *Análises e Indicadores do Agronegócio*, São Paulo, v. 3, n. 7, 2008. Disponível em: <<http://www.iea.sp.gov.br/out/verTexto.php?codTexto=9348>>. Acesso em 01 ago. 2008.

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

MARKOWITZ, H.M. The optimization of a quadratic function subject to linear constraints. *Naval Research Logistics Quarterly*, New York, v. 3, n. 1, p. 111-133, 1956.

MARKOWITZ, H.M. *Portfolio selection: efficient diversification of investments*. New York: John Wiley & Sons, 1959. 344 p.

MARKOWITZ, H.M. Foundations of portfolio theory. *Journal of Finance*, Chicago v. 46, n.2, p. 469-477, 1991.

MARTIN, N.B. Commodities: cotação do açúcar dobra em doze meses. *Análises e Indicadores do Agronegócio*, São Paulo, v. 1, n. 3, 2006. Disponível em: <<http://www.iea.sp.gov.br/out/verTexto.php?codTexto=4845>>. Acesso em 01 ago. 2008.

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, p. 9-30, 2003.

MORICOCHI, L.; MARTIN, N.B.; VEGRO, C.L. *Café*: em 2000 cresceu a oferta e os preços diminuíram. Disponível em: <<http://www.iea.sp.gov.br/OUT/verTexto.php?codTexto=598>>. Acesso em: 24 jul. 2008.

SHARPE, W.F.; ALEXANDER, G.J.; BAILEY, J.V. *Investments*. 5th ed. Englewood Cliffs: Prentice Hall, 1995. 1058 p.