

Investimento em Contratos Futuros de Commodities: uma análise quanto ao risco e retorno

Wallacy Luiz Vargas da Cruz, FEAD-MG

Mestre em economia de empresas, FEAD-MG
wallacyvargas@yahoo.com.br

Márcio Carneiro Reis, FEAD-MG

Doutor em Ciências Sociais, UFRRJ
marcio.reis@fead.br

Frank Magalhães de Pinho, IBMEC-MG

Doutor em Estatística, UFMG
frank.magalhaes@yahoo.com.br

Investimento em Contratos Futuros de Commodities: uma análise quanto ao risco e retorno

Operações envolvendo derivativos estão associadas a grandes prejuízos de instituições financeiras e organizações corporativas. Em função desses eventos, a imagem atribuída aos derivativos é que tais instrumentos são ativos de alto risco. Esse estudo avaliou o risco e retorno de um investimento direto em contratos futuros de commodities com base na metodologia do ICB – Índice Commodities do Brasil da BM&FBOVESPA e o comparou com ações e títulos públicos, em um período de maio de 2004 a abril de 2011, totalizando 1770 observações. Avaliou-se também a relação funcional entre as séries de retorno dos contratos futuros de commodities com o mercado acionário e renda fixa através do coeficiente de Spearman. A metodologia utilizada para cálculo do risco dos ativos foi a abordagem elaborada por Box e Jenkins (1970) e os modelos da família ARCH propostos por Engle (1982) e GARCH por Bollerslev (1986). Os resultados obtidos apontam que, a volatilidade da série de retornos dos contratos futuros de commodities foi menor que a volatilidade apresentada pelo mercado acionário. O retorno, porém, apresentado pelo mercado acionário foi superior ao mercado de renda fixa e commodities. O coeficiente de Spearman acusou uma baixa correlação entre as séries de retornos dos ativos analisados, logo, com base nessa pesquisa, não se pode afirmar que a inserção de contratos futuros de commodities com base na metodologia adotada pelo ICB possa mitigar riscos em carteiras de investimentos.

Palavras Chaves: Investimento, Mercado Futuro, Commodities, Risco, Séries Temporais.

Investment in Commodities Futures Contracts: an analysis on the risk and return

Transactions involving derivatives are associated with large losses of financial institutions and corporate organizations. Due to these events, the image assigned to derivatives is that these instruments are high-risk assets. This study evaluated the risk and return of a direct investment in futures contracts of commodities based on the methodology of the ICB - Index Commodities from Brazil from BM&FBOVESPA and compared with stocks and government bonds, in a period from May 2004 to April 2011, totaling 1770 observations. We also evaluated the functional relationship between the series return of commodity futures contracts with the stock market and fixed income through the Spearman coefficient. The methodology used to calculate the risk of the assets was the approach developed by Box and Jenkins (1970) and the models of ARCH family proposed by Engle (1982) and GARCH by Bollerslev (1986). The results obtained indicate that, the volatility of the return series of the commodity futures contracts was lower than the volatility presented by the stock market. The return, however, presented by the stock market was higher than the fixed income and commodities. The Spearman coefficient accused a low correlation between the series of asset returns analyzed, so based on this research, we can't affirm that the insertion of commodity futures contracts based on the methodology adopted by the ICB can mitigate risk in investment portfolios.

Keywords: Investment, Future market, Commodities, Risk, Time Series.

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, operações com derivativos¹ no mercado financeiro apresentaram um grande incremento. Segundo a FIA - Futures Industry Association², em 2010, foram transacionados 22,3 bilhões de contratos, um crescimento de 25,6% em relação a 2009, que acumulava o último recorde de 17,74 bilhões de contratos. Se comparado com o volume de 8,86 bilhões de contratos negociados em 2004, o crescimento acusado em relação ao ano de 2010 é da ordem de 151,69%.

A despeito de tal crescimento, Lima, Lima e Pimentel (2009) salientam que os anos 1980 e 1990 assistiram a desastres financeiros importantes, envolvendo instrumentos financeiros derivativos. Os autores citam o caso do Banco Barings, tradicional banco britânico, que foi à falência em 1995 e empresas industriais e comerciais, como a Kashima Oil e Metallgesellschaft, que acusaram perdas de US\$ 1,5 bilhão e US\$ 1,3 bilhão, respectivamente. No Brasil, Bacic, Silveira e Souza (2010) chamaram a atenção pelas posições especulativas com derivativos adotadas pelas empresas Aracruz e Sadia, as quais acumularam, nessas operações, prejuízos de aproximadamente R\$4,0 bilhões e R\$2,5 bilhões, respectivamente. Neste contexto, é importante citar o “Crédito Subprime³”, um dos fatores da crise econômica mundial de 2008, que levou à falência várias instituições financeiras nos EUA e a transformação dos créditos duvidosos pelos bancos credores em derivativos negociáveis no mercado internacional, em um volume muito superior ao volume das dívidas originais.

Tais eventos contribuíram para atribuir aos derivativos a imagem de ativos de alto risco. Uma das possibilidades que pode ser aventada neste sentido advém do desconhecimento existente em relação ao próprio ativo e à sua natureza. Com efeito, Gorton e Rouwenhorst (2005) afirmam que contratos futuros de commodities, derivativos financeiros, são uma classe de ativos relativamente desconhecida nos EUA, apesar de serem negociados em suas bolsas há mais de 100 anos. Segundo os mesmos autores, um dos fatores para tal desconhecimento refere-se ao fato de que contratos futuros são instrumentos financeiros muito distintos dos ativos mais convencionais, como ações, títulos públicos e demais produtos.

Títulos corporativos, como as ações, possuem a função econômica de captarem recursos para as empresas financiarem suas operações. Diferentemente, os contratos futuros de commodities não captam recursos para as empresas; pelo contrário, esses instrumentos são utilizados pelos hedgers para suportarem o risco das flutuações dos preços futuros das commodities. Silveira e Barros (2009), por outro lado, afirmam que agentes especuladores negociam tais papéis com o objetivo de obterem ganhos com as oscilações dos preços futuros, utilizando-os como títulos de renda variável, o que pode afastar os investidores tradicionais.

¹ Instrumentos financeiros que se originam do valor de outro ativo, tido como ativo de referência. Logo, um contrato derivativo não apresenta valor próprio, derivando-se do valor de um bem básico.

²FIA - Futures Industry Association é uma associação representativa mundial das instituições que operam no mercado de derivativos. Seus membros são responsáveis pelo maior volume de operações com derivativos no mundo, bem como representam as principais bolsas que transacionam derivativos em mais de 20 países. Atualmente, possui mais de 250 instituições membros, entre elas a BM&FBOVESPA (<http://www.futuresindustry.org/about-fia-.asp>)

³ *Subprime* é um crédito imobiliário de alto risco, concedido a pessoa com baixo rendimento e uma situação econômica menos estável. É uma operação típica do mercado dos EUA. A garantia dessa operação é o próprio bem (imóvel), objeto do financiamento (ASSAF NETO, 2009, p. 33).

Menzel e Heidorn (2007:17) salientam o alto risco do investimento em contratos futuros, devido à volatilidade de curto prazo dos preços das commodities. Afirmam ainda que investir em commodities via contratos futuros é muito diferente de investir em ações, pois a função econômica de títulos corporativos (ações e títulos) refere-se a mobilizar recursos externos para a empresa. Contratos futuros de commodities não possuem o objetivo de levantar recursos para as empresas. Eles sim permitem que as empresas obtenham um seguro para o valor futuro de suas saídas ou entradas de caixa. Além disso, os futuros de commodities são contratos de curto prazo em ativos reais e não títulos de corporativos de longa duração.

Menzel e Heidorn (2007) concluem então que o investimento em futuros de commodities é o principal meio pelo qual o investidor pode obter exposição a movimentos de preços das commodities, considerando que o investimento em futuros de commodities possui uma vantagem substancial de custos de transação mais baixos, pois não incorrem em custos de armazenagem e transporte da commodity. Moncur (2005:1), no mesmo sentido, destaca as vantagens de investir em cestas diversificadas de contratos futuros de commodities, o que pode oferecer aos investidores os benefícios do investimento em commodities, sem a inconveniência de aceitar a entrega dos produtos físicos subjacentes. Tais cestas diversificadas são tipicamente baseadas em índices de commodities⁴.

A BM&FBOVESPA, em agosto de 2008, constituiu o ICB - Índice de Commodities Brasil, com o intuito de que esse índice se tornasse um referencial de mercado para que os agentes financeiros, principalmente os investidores institucionais, avaliassem o desempenho de seus negócios em commodities e o confrontassem com a performance de outros ativos financeiros. O índice poderá ser composto por qualquer natureza de commodity – agrícola, pecuária, metálica, florestal ou energia – desde que tenha um contrato futuro negociado na bolsa e que atenda aos critérios de seleção do índice. A BM&FBOVESPA considera que atendeu às necessidades dos agentes de mercado nacionais e internacionais para alavancar seus negócios em commodities brasileiros com o lançamento do ICB. Devido aos poucos anos de existência e divulgação do índice ao mercado, há uma escassez de estudos os quais atestam que o índice formado por contratos futuros de commodities estão em conformidade com objetivos para os quais foi criado.

O presente estudo pretende também cobrir esta lacuna, tendo como ponto de partida a expectativa de que o ICB viesse a possibilitar a mitigação de riscos em carteiras de investimentos, sem afetar o retorno total dos portfólios, de acordo com a Síntese Agropecuária de nº 326 de Agosto/2008. Esta publicação informa ao mercado sobre a criação do ICB e relata que um dos objetivos da BM&FBOVESPA é que o índice de commodities seja utilizado pelos investidores para proteger o valor de suas carteiras de investimento e, no caso de o índice se tornar mais “robusto”, a BM&FBOVESPA lançaria um contrato futuro do índice. Esse contrato, porém, não foi lançado até o momento e poucos contratos futuros de commodities apresentam liquidez na bolsa de futuros.

A despeito disto, porém, a relação que se estabeleceu entre derivativos, inclusive os baseados em contratos futuros de commodities e a ideia de alto risco, corrobora para ofuscar as possibilidades que esses ativos oferecem. Silva Neto (2000) afirma que os derivativos não podem ser culpados por perdas ou prejuízos, pois, segundo o autor, “eles não são dotados de vontade própria”. E completa seu argumento: “[...] os instrumentos derivativos não são a causa destas perdas, e sim o instrumento delas”. Assim a utilização de derivativos em carteiras de investimento e como

⁴ Índices de *commodities* são baseados em preços do mercado futuro, que medem o retorno total de uma carteira de futuros de capitalização integral, que refletem a mudança no preço à vista, o rendimento e garantias (MONCUR, 2005:1).

ferramentas de gerenciamento de risco, dentre eles os derivativos de commodities, é uma alternativa viável, como demonstram os estudos desde a década de 1970. Podem ser citados os trabalhos de Greer (1978) e Bodie e Rosanky (1980) como pioneiros na utilização de derivativos de commodities em carteiras de investimento.

O presente trabalho, posto isto, visa avaliar o risco/retorno de um investimento em futuros de commodities negociados na BM&FBOVESPA e compará-lo com o risco/retorno apresentado pelo mercado acionário e títulos públicos. Em outras palavras, o objetivo central desse artigo é avaliar o desempenho dos contratos futuros de commodities quanto ao risco e retorno, assim como verificar a possibilidade de utilização dos mesmos para mitigação do risco em carteiras de investimentos, por meio de um índice ponderado em relação a ações e títulos de renda fixa, Especificamente, busca-se analisar o retorno do investimento em contratos futuros sobre commodities em relação a ações e títulos de renda fixa, averiguar se o investimento em um índice ponderado de contratos futuros sobre commodities apresenta maiores riscos para os investidores, quando comparado a ações e títulos de renda fixa e avaliar a relação funcional entre os contratos futuros de commodities, ações e títulos de renda fixa.

Para tanto, no tópico seguinte, analisam-se os riscos envolvidos nas decisões de investimento. O conceito de risco nessa pesquisa está relacionado à volatilidade. Por isso, para estimação do risco dos contratos futuros de commodities, é preciso realizar a modelagem e previsão da volatilidade. No tópico 3, serão analisados os métodos para quantificação da volatilidade (risco) das séries de retorno. Em seguida, os autores apresentam a metodologia utilizada para avaliação da performance dos contratos futuros de commodities e os principais resultados encontrados. Por fim, serão apresentadas as considerações finais.

Esse trabalho utilizará os dados da base histórica do ICB - Índice de Commodities Brasil criado pela BM&FBOVESPA em 2008. Sob a ótica conceitual, todo índice de preços tem como objetivo refletir o comportamento dos preços de determinados ativos. Por isso, ao se utilizar o ICB, considera-se o comportamento dos preços à vista das principais commodities que apresentam liquidez na bolsa brasileira. A análise de um índice ponderado de commodities é ainda incipiente, devido à recente constituição do indicador. Como referencial para o mercado acionário, utilizou-se o Índice Bovespa, que contempla os títulos corporativos (ações) das companhias que apresentam maior liquidez e representatividade no mercado. Para avaliação dos ativos de renda fixa, utilizar-se-á o IMA-Geral⁵ da ANBIMA – Associação Brasileira das Entidades dos Mercados Financeiros e de Capitais, principal indicador da remuneração dos títulos públicos.

2. RISCO E CONTRATOS FUTUROS DE COMMODITIES

Para Hull (1995:78), o risco sistemático não pode ser diversificado, pois ele surge da correlação existente entre os retornos do investimento e os retornos do mercado. Estudos realizados no mercado acionário brasileiro, de 1984 a 1993, por Leite e Sanvicente (1995), constataram que 31,68% da variabilidade dos retornos mensais das 171 ações mais negociadas na Bovespa foram relacionadas à variabilidade do índice Bovespa. Logo, para Sá (1999), o risco sistemático (ou de mercado) não pode ser reduzido a zero em carteiras de investimentos a não ser por processos de proteção (hedge), ou seja, com a utilização de derivativos.

⁵ IMA - Índices de renda fixa calculados com base na evolução do valor de mercado de carteiras compostas por títulos públicos. O IMA geral é o resultado da ponderação das variações de cada índice; o IRF-M é composto por títulos prefixados (LTN e NTN-F); o IMA-C, por títulos atrelados ao IGP-M (NTN-C); o IMA-B, por títulos atrelados ao IPCA (NTN-B); e o IMA-S, por títulos atrelados à Taxa SELIC (LFT) (ANDIMA).

A utilização de derivativos sobre commodities em carteiras de investimento tem sido investigada desde o final dos anos 1970. Podem ser citados como principais trabalhos pioneiros Greer (1978) e Bodie e Rosansky (1980), ambos baseados no mercado americano. Greer (1978), com base em uma amostra de dados entre 1960 e 1974, observou que a introdução de contratos futuros de commodities em uma carteira diversificada de ativos aumentava o desempenho do portfólio, inclusive preservando seu valor de compra frente à inflação, ou seja, Greer (1978) concluiu positivamente acerca da utilização dos contratos futuros de commodities como instrumentos de proteção (hedge) contra movimentos inflacionários.

Bodie e Rosansky (1980), por sua vez, constituíram uma carteira igualmente ponderada com contratos futuros de commodities negociadas no mercado americano, durante o período de 1950 a 1976. Quantificaram as taxas de retorno dessa carteira e relacionaram os resultados obtidos com os dados apresentados pelo mercado acionário, representado pelo S&P500 e títulos públicos dos EUA.

Mattos e Ferreira (2003) analisaram a utilização de contratos futuros de commodities em carteiras de investimento formadas exclusivamente por ações e carteiras formadas por ações e contratos futuros de commodities negociados na BM&FBOVESPA, durante o período de julho de 1994 a dezembro de 1998. Os resultados obtidos comprovaram que os contratos futuros de commodities apresentaram correlação nula com as ações, indicando potencial para minimização do risco sob a ótica da Teoria do Portfólio. O estudo apontou que, para o período analisado, o investimento isolado nos contratos futuros de commodities não apresentou resultados satisfatórios se comparados aos retornos apresentados pelas ações, representadas pelo índice Ibovespa.

Jensen, Johnson e Mercer (2002) avaliaram a introdução dos índices MLM7, GSCI8 e seis de seus sub-índices ligados a metais, energia, metais preciosos, agricultura e animais vivos em uma carteira composta por títulos públicos, ações de empresas americanas e estrangeiras. A base de dados englobou o período de 1973 a 1999. Os autores constataram que o investimento isolado em contratos futuros de commodities, representado pelo GSCI e seus sub-índices, não apresentou desempenho satisfatório, tendo em vista o risco superior e o retorno inferior em comparação aos outros ativos. O índice MLM apresentou, porém, um desempenho superior e menor risco quando comparado às ações e a índices GSCI.

Costa e Piacenti (2008) avaliaram a viabilidade da utilização de derivativos agropecuários para minimizar riscos em carteiras de investimentos em fundos de pensão no Brasil. Os resultados obtidos demonstraram que a introdução dos derivativos agropecuários contribuíram para a redução do risco mais que proporcional que o retorno.

⁶ S&P500 - Standard & Poor's 500 índice do mercado norte-americano constituído por ações de 500 empresas selecionadas, conforme seu porte, liquidez e setor. O índice é considerado como representativo do desempenho do mercado acionário norte-americano.

⁷ Mount Lucas Management: consiste em um índice de pesos iguais composto por contratos futuros sobre ativos financeiros e *commodities* negociados no mercado americano. Possui um conceito de pró-atividade e agregam tanto os movimentos de alta, quanto os movimentos de baixa dos derivativos ao cálculo do índice, já que os dois tipos de movimento são interpretados como janelas de oportunidades para os gestores.

⁸ O S&P GSCI foi concebido para proporcionar aos investidores uma referência confiável e publicamente disponível para o desempenho dos investimentos nos mercados de *commodities* comparável ao S&P 500, que é relacionado a ações. Trata-se de um índice referencial do mercado americano de *commodities*.

3. MODELAGEM DE SÉRIES TEMPORAIS

O risco pode ser definido como o elemento da incerteza que é quantificável, ou seja, que pode ser medido. Neste estudo, o conceito de risco está associado à volatilidade, pois, para Mol (2003:13), o risco pode ser definido como a volatilidade de resultados inesperados, normalmente, associada ao valor dos ativos financeiros.

Modelos ARMA (p,q)

Os modelos do tipo ARMA são compostos pela parte AR (autorregressiva) e MA (Médias móveis) e podem ser definidos da seguinte forma:

$$ARMA(p, q) \rightarrow Z_t = \Theta_1 z_{t-1} + \dots + \Theta_p z_{t-p} + a_t - \Theta_1 a_{t-1} + \dots + \Theta_q a_{t-q} \quad (3.1)$$

Para solucionar esse problema, devem-se utilizar modelos não lineares, mais especificamente os modelos da classe ARCH. Proposta por Engle (1982), a classe de modelos denominada ARCH (Autoregressive Conditional Heteroskedasticity ou Heteroscedasticidade Condicional Auto-Regressiva) considera que a variância de uma determinada série temporal modifica-se com o passar do tempo de forma condicional aos erros de previsão observados no passado. Por exemplo, ao se realizar um investimento em contratos futuros de *commodities*, o objetivo não restringe a avaliar a taxa de retorno, mas também a sua variância ao longo de um determinado período. Essa variância condicional pode se denominar de **volatilidade**.

Posteriormente, em razão do grande interesse de pesquisadores e investidores em melhorar a modelagem da variância condicional das séries financeiras, Bollerslev (1986) generalizou o tratamento da variância condicional através do modelo intitulado GARCH (Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity ou Heteroscedasticidade Condicional Auto-Regressiva Generalizada). Neste modelo, a variância condicional em um determinado tempo depende não somente dos erros de previsão observados no passado, mas também das variâncias condicionadas observadas no passado.⁹

Modelo ARCH

Os modelos da classe ARCH partem de funções de retornos simples, como:

$$r_t = \mu + \varepsilon_t \quad (3.2)$$

Sendo que μ é o retorno médio e ε_t o retorno residual, onde $\varepsilon_t = \sqrt{\sigma_t} z_t$ sendo que σ_t é a variância condicional e z_t o retorno residual padronizado. Na prática, usa-se $[z_t \sim N(0,1)]$ ou $z_t \sim t_v$ (distribuição t – student com v graus de liberdade. Pode supor z_t com distribuições: normal, skew normal, skew t-student, GED – Generalized Error Distribution, e skew GED) definindo a equação da média.

⁹ Para maiores informações sobre os modelos ARCH e GARCH, pode-se buscar também em Alexander (2001) e Brooks (2002).

Os modelos autorregressivos, com heterocedasticidade, foram introduzidos por (Engle 1982) com o objetivo de estimar a variância da inflação. A ideia básica do modelo é a de que a variância condicional é explicitada como uma função das inovações quadráticas passadas, conforme as equações a seguir.

$$\sigma_t^2 = E(\varepsilon_t^2 | \varepsilon_{t-1}, \varepsilon_{t-2}, \dots) = \alpha_0 + \sum_{i=1}^p \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2 \quad (3.3)$$

Onde a variância condicional é representada por σ^2 e os parâmetros possuem as seguintes restrições:

$$\alpha_0 > 0 \text{ e } \alpha_i \geq 0 \quad (3.4)$$

A vantagem deste modelo é que as caudas são mais pesadas que o normal, característica que também se observa nas séries financeiras.

Modelo GARCH

Dando sequência ao desenvolvimento do modelo ARCH, uma série de aperfeiçoamentos foi proposta por pesquisadores na primeira metade da década de 1980, sendo que Bollerslev (1986) sugeriu uma generalização do modelo ARCH, chamada posteriormente de modelo GARCH.

Nesta generalização, a variância condicional não é função apenas das inovações quadráticas passadas, mas também dos seus próprios valores passados. Assim, o modelo GARCH é mais parcimonioso, pois utiliza menos parâmetros, o que também minimiza a carga computacional.

O modelo GARCH assume a presença de componentes autorregressivos e de médias móveis na variância heteroscedástica dos ativos financeiros. O modelo segue a equação abaixo:

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \sum_{i=1}^p \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^q \beta_j \sigma_{t-j}^2 \quad (3.5)$$

Onde se determinam as seguintes condições:

$$\varepsilon_t = i.i.d.(0,1), \alpha_0 > 0, \alpha_j \geq 0, \beta_j \geq 0 \quad (3.6)$$

Segundo Bollerslev (1986), para que o modelo tenha covariância estacionária e, portanto, variância incondicional ou uma tendência de convergência, os coeficientes das ordens p e q devem satisfazer à seguinte condição:

$$\sum_{i=1}^p (\alpha_i) + \sum_{i=1}^q (\beta_i) < 1 \quad (3.7)$$

A grande desvantagem do modelo GARCH em sua forma simples é que ele não é capaz de resolver o problema da assimetria de sua distribuição, pois o erro observado ε_{t-1} consta no modelo ao quadrado. Dessa maneira, o modelo ignora a diferença entre choques positivos e negativos e o efeito *leverage*¹⁰ (efeito de alavancagem).

4. MÉTODOS PARA QUANTIFICAÇÃO DA VOLATILIDADE (RISCO), LOG-RETORNO E RELAÇÃO FUNCIONAL DAS SÉRIES DE RETORNO

Construção dos Modelos

O primeiro passo na construção de modelos da classe ARCH é tentar ajustar modelos ARMA para remover a correlação serial da série, se ela existir. É necessário verificar também se a série apresenta heteroscedasticidade condicional, utilizando o teste de multiplicadores de Lagrange (LM) de Engle (1982), que testa a hipótese nula de não haver heteroscedasticidade condicional autorregressiva.

Segundo Morettin e Tolo (2006) e Alexander (2005), outro fator que tem de ser levado em consideração é que não se deve utilizar um grande número de parâmetros no modelo, para que não haja problemas de convergência. Quanto mais parcimoniosa for a definição da equação da média condicional, melhor será possível avaliar o desempenho do modelo.

Para estimar os coeficientes dos modelos da família ARCH, pode-se utilizar a maximização da função de probabilidade (verossimilhança) logarítmica LLF (Log-Likelihood Function), através de algoritmos numéricos iterativos. Os estimadores do modelo, portanto, serão obtidos pelo método de máxima verossimilhança condicional.

O principal objetivo da validação é garantir que os pressupostos e as simplificações adotadas do sistema real sejam razoáveis e estejam corretamente implementadas, resultando num modelo de previsão de volatilidade confiável. Uma maneira de verificar a adequação do modelo é calcular a estatística Q de Ljung-Box. Além disso, é necessário verificar se os dados possuem excesso de curtose e se são assimétricos, através do cálculo dos coeficientes de Curtose, de Assimetria e do teste de Jarque e Bera (1987). Em seguida, é necessário verificar se a heteroscedasticidade ainda está presente nos resíduos do modelo, o que pode ser feito através do teste de multiplicadores de Lagrange.

Relação entre os Índices

Para verificar a relação entre os índices de interesse, além de ajustar e comparar os modelos já apresentados acima foi calculado o coeficiente de Spearman entre os índices. O coeficiente de Spearman para o caso sem empates é dado por:

$$r_s = 1 - \frac{6 \sum_{i=1}^n d_i^2}{n(n^2 - 1)}$$

¹⁰ Observa-se que o mercado de ações, geralmente, exibe muitas quedas acentuadas, mas movimentos de alta não são muito acentuados, ou seja, períodos de queda nos preços, como crises, são frequentemente seguidos por períodos de grande volatilidade, enquanto em períodos de ascensão dos preços a volatilidade não é tão intensa. Essa característica gera uma distribuição assimétrica dos retornos. Tais assimetrias são, em geral, atribuídas a efeitos *leverage* (de alavancagem) ou efeito assimétrico.

(4.1)

Onde d é a diferença entre postos para dois valores de um par.

Os valores de r_s estão entre -1 (correlação negativa perfeita) e 1 (correlação positiva perfeita). A única suposição para testar $H_0: \rho = 0$ é que a amostra de dados amostrais (x e y) seja uma amostra aleatória de dados quantitativos (HOLLANDER; WOLFE, 1999 e TRIOLA, 2005). Os softwares utilizados na análise foram o R11 versão 2.13.0 e o Eviews® versão 512.

Análise do Retorno

O estudo envolve séries financeiras que representam índices com diferentes escalas de comparação. Realizou-se o cálculo dos retornos dos mesmos com o objetivo de obter uma análise mais adequada dos dados. Os custos com Imposto de Renda, IOF – Imposto sobre Operações Financeiras e demais despesas (BM&FBOVESPA e Agentes de custódia) não foram consideradas no cálculo do retorno. É importante, porém, ressaltar que essa pesquisa parte do pressuposto de se manter uma posição comprada em contratos futuros de commodities, adotando a sistemática de investimento do ICB.

Para Morettin e Tolo (2006:10), podem-se determinar retornos multiperíodos. O retorno simples de período k, entre os momentos t – k e t é dado por

$$R_t(k) = \frac{P_t}{P_{t-k}} - 1. \quad (4.2)$$

De acordo com os mesmos autores, para simplificar comparações em horizontes distintos, é comum “anualizar” os retornos simples. O log-retorno anualizado é dado por:

$$r_t(k) = \sum_{j=0}^{k-1} r_{t-j}. \quad (4.3)$$

Pode-se verificar na tabela abaixo que, no período estudado, maio de 2004 até abril de 2011, totalizando sete anos, o índice do IBOVESPA foi o que apresentou o maior retorno 52,94%, seguido do IMA, 41,05%, enquanto o ICB totalizou 27,16%.

Pode-se verificar também que, em 2008, no agravamento da crise financeira, houve um retorno negativo de 23,08% no IBOVESPA, enquanto o ICB apresentou um retorno positivo de 2,5%. Após a análise do coeficiente de Spearman, poderá ser afirmado se tal resultado corrobora para a utilização do ICB para mitigação de risco. Percebe-se também que, nos momentos em que o Ibovespa apresentou uma forte alta, como em 2009, o ICB

¹¹ O R é um *software* gratuito trata-se de uma linguagem e interface para cálculos estatísticos e gráficos.

¹² O Eviews® é um *software* comercial usado geralmente para análises econométricas. Maiores informações para aquisição do produto podem ser obtidas através do site <http://www.eviews.com/>.

acusou um retorno negativo.

TABELA 1
Log-Retornos anualizados para IMA, IBOVESPA e ICB

ANO		Log-Retornos Anualizados		
		IMA	IBOVESPA	ICB
2004	Após abril	4,49%	12,72%	12,20%
2005		7,26%	10,62%	-1,37%
2006		7,02%	12,36%	-2,45%
2007		5,16%	15,73%	0,49%
2008		5,19%	-23,08%	2,50%
2009		5,27%	26,16%	-2,94%
2010		5,30%	0,45%	15,18%
2011	Até abril	1,36%	-2,03%	3,56%
GERAL		41,05%	52,94%	27,16%

Fonte: Dados da pesquisa, 2011.

Análise Estatística

Identificação dos Modelos

O estágio mais crítico do ciclo iterativo de construção dos modelos da classe ARCH é a identificação do modelo correto a ser ajustado aos dados. O primeiro passo na identificação dos modelos da classe ARCH é tentar ajustar modelos ARMA. O próximo passo no processo de identificação dos modelos é testar a heterocedasticidade condicional autorregressiva de cada série estudada. Para isso, foi utilizado o teste de multiplicadores de Lagrange (teste LM), conforme a tabela a seguir.

TABELA 2
Testes ARCH-LM (Multiplicadores de Lagrange) para os retornos dos índices IMA, IBOVESPA E ICB

I	IMA		IBOVESPA		ICB	
	χ^2	p-valor	χ^2	p-valor	χ^2	p-valor
1	145,653	<0,001	65,4638	<0,001	3,564	0,05

5	205,8226	<0,001	333,9602	<0,001	59,9651	<0,001
10	243,0375	<0,001	454,456	<0,001	73,3703	<0,001

Fonte: Dados da pesquisa, 2011.

Os valores da TABELA 2 indicam que, em todos os 3 casos, os testes de multiplicadores de Lagrange apresentaram valores estatisticamente significativos a 5% de significância, ou seja, todas as três séries apresentaram heterocedasticidade condicional autorregressiva.

Para verificar se a série contém raízes unitárias¹³ (ver TABELA 3), foram realizados os testes critérios Dickey-Fuller Aumentado (ADF) e Phillips-Perron (PP).

TABELA 3
Testes de Raízes Unitárias para os retornos dos índices IMA, IBOVESPA e ICB

Teste para raízes unitárias	IMA		IBOVESPA		ICB	
	χ^2	p-valor	χ^2	p-valor	χ^2	p-valor
Dickey & Fuller (ADF)	-39,531	<0,001	-43,815	<0,001	-41,589	<0,001
Phillips & Perron (PP)	-39,767	<0,001	-44,172	<0,001	-41,617	<0,001

Fonte: Dados da pesquisa, 2011.

Com base nos resultados da tabela acima, verificou-se que ambos os testes foram significativos para os três índices, o que indica que os retornos dos índices não contêm raízes unitárias e são estacionários.

Estimação e Validação dos Modelos

Após o ajuste dos modelos da classe ARMA e a consequente remoção das correlações seriais presentes nas séries em estudo, foi realizado o ajuste de modelos da classe ARCH, com o objetivo de captar o efeito da volatilidade presente nessas séries.

Índice IMA

Na ausência de um padrão definido para as funções de autocorrelação e autocorrelação parcial dos quadrados dos resíduos do ajustamento de um modelo AR(1) para os retornos do índice IMA, realizou-se o ajuste de modelos mais parcimoniosos do tipo ARCH e GARCH, sendo que os modelos escolhidos para a análise foram o ARCH(1), ARCH(2), ARCH(3), GARCH(1,1), GARCH(2,1) e GARCH(2,2).

Dentre os modelos da classe ARCH ajustados para os retornos do índice IMA, o modelo ARCH(3) apresentou

¹³ “Quando uma variável apresenta raiz unitária, os pressupostos estatísticos de que a média e a variância devem ser constantes ao longo do tempo são violados comprometendo, dessa forma, os resultados obtidos com a utilização de modelos econométricos, pois a regressão é considerada espúria, isto é, sem significado econômico” (Margarido e Medeiros Junior, 2006:150).

melhores valores referentes à qualidade do ajuste. A respeito dos modelos da classe GARCH ajustados, a melhor qualidade de ajuste foi atingida pelos modelos GARCH(1,1) e GARCH(2,1). Diante disso, a análise dos resultados será direcionada para esses modelos, como segue na TABELA 4.

TABELA 4
Ajuste dos modelos ARCH e GARCH aos retornos do índice IMA

Parâmetros	ARCH(3)		GARCH(1,1)		GARCH(2,1)	
	coeficiente	p-valor	coeficiente	p-valor	coeficiente	p-valor
Média						
C	0,00064	<0,0001	0,00063	<0,0001	0,000633	<0,0001
AR(1)	0,16133	<0,0001	0,19451	<0,0001	0,184059	<0,0001
Variância						
C	0,00000	<0,0001	0,00000	<0,0001	0,00000	<0,0001
ξ^2_{t-1}	0,58331	<0,0001	0,20791	<0,0001	0,27356	<0,0001
ξ^2_{t-2}	0,58655	<0,0001	-	-	-0,10103	<0,0001
ξ^2_{t-3}	0,55885	<0,0001	-	-	-	-
σ^2_{t-1}	-	-	0,83123	<0,0001	0,85772	<0,0001
Persistência	1,7287		1,0391		1,0302	

Fonte: Dados da pesquisa, 2011.

Em termos gerais, os três modelos sugeridos se ajustaram bem ao índice IMA, tendo todos os parâmetros apresentados p-valores significativos. Outro aspecto importante no estudo dos modelos ARCH e GARCH é a análise da persistência de cada modelo, que mede a permanência de impacto de um choque sobre a volatilidade. Para o modelo ARCH, o cálculo da persistência se dá através do somatório dos coeficientes ε^2_{t-i} e, para os modelos GARCH, o seu cálculo se dá pela soma dos coeficientes ε^2_{t-i} e σ^2_{t-i} .

O desvio do modelo AR(1)-GARCH(1,1), quanto o do modelo AR(1)-GARCH(2,1), apresentaram maior estabilidade quando comparados ao modelo AR(1)-ARCH(3), o que é o indicio final de que os modelos GARCH propostos se adequaram melhor aos dados do índice IMA. Devido à semelhança entre os dois modelos, optou-se por utilizar o modelo AR(1)-GARCH(1,1), por apresentarem um menor número de parâmetros, o que o torna mais parcimonioso.

Índice IBOVESPA

A estimação e validação dos modelos para o índice IBOVESPA seguem os mesmos passos realizados para o índice IMA, sendo que o primeiro passo é a análise dos quadrados dos resíduos dos modelos da classe ARMA propostos para remover a correlação serial da série de retornos.

Na TABELA 5, a seguir, pode-se verificar que, dentre os modelos sugeridos, apenas o modelo ARMA(1,1) - GARCH(2,1) apresentou problemas em relação à significância dos parâmetros, o que indica que ele não apresentou um bom ajuste.

TABELA 5
Ajuste dos modelos ARCH e GARCH aos retornos do índice IBOVESPA

Parâmetros	ARCH(3)		GARCH(1,1)		GARCH(2,1)	
	coeficiente	p-valor	coeficiente	p-valor	coeficiente	p-valor
Média						
C	0,00113	<0,0001	0,00110	<0,0001	0,001096	<0,0001
AR(1)	0,74703	<0,0001	0,76966	<0,0001	0,769155	<0,0001
MA(1)	-0,80173	<0,0001	-0,81584	<0,0001	-0,81591	<0,0001
Variância						
C	0,00019	<0,0001	0,00001	<0,0001	0,00001	<0,0001
ξ^2_{t-1}	0,08506	<0,0001	0,07116	<0,0001	0,05612	<0,0001
ξ^2_{t-2}	0,21343	<0,0001	-	-	0,02123	0,2303
ξ^2_{t-3}	0,15445	<0,0001	-	-	-	-
σ^2_{t-1}	-	-	0,90529	<0,0001	0,89653	<0,0001
Persistência	0,452		0,976		0,973	

Fonte: Dados da pesquisa, 2011.

Em relação aos outros modelos, os parâmetros foram significativos e o modelo ARMA(1,1)-ARCH(3) foi o que apresentou menor persistência, o que indica que a permanência do impacto de um choque sobre a volatilidade seja menor quando comparada à do modelo ARMA(1,1)-GARCH(1,1), que apresentou maior estabilidade ao longo do período analisado, com um padrão mais adequado.

Índice ICB

A estimação e validação do índice ICB seguiu o mesmo padrão realizado para os outros índices estudados. Como se comparam diferentes séries e entre os objetivos do estudo está compreender a relação entre os índices, ajustaram-se outros modelos da classe ARCH, além do GARCH(1,1) que foram os mesmos modelos verificados nas

análises dos outros índices, o ARCH(1), ARCH(2), ARCH(3), GARCH(1,1), GARCH(2,1) e GARCH(2,2). Primeiramente, verificaram-se as medidas de qualidade de ajuste dos modelos sugeridos. Na TABELA 6, a seguir, têm-se as medidas de qualidade de ajuste do modelo, que confirmam os indícios de que o modelo GARCH(1,1) é o mais adequado para os valores de retorno do índice ICB.

TABELA 6
Medidas de qualidade dos modelos ARCH e GARCH ajustados aos retornos ICB

Modelo	AIC	BIC (Schwarz)	Log-Verossimilhança
ARMA(2,2) - ARCH(1)	-6,35444	-6,332743	5621,15
ARMA(2,2) - ARCH(2)	-6,36264	-6,337844	5629,39
ARMA(2,2) - ARCH(3)	-6,37700	-6,349104	5643,08
ARMA(2,2) - GARCH(1,1)	-6,45514*	-6,430344*	5711,12
ARMA(2,2) - GARCH(2,1)	-6,45527	-6,427374	5712,23
ARMA(2,2) - GARCH(2,2)	-6,45554	-6,424548	5713,47

Fonte: Dados da pesquisa, 2011.

Isto ocorre, pois os valores de AIC e BIC foram menores para esse modelo, quando comparado aos demais. Dentre os modelos da classe ARCH, o modelo ARCH(3) apresentou os melhores resultados referentes à qualidade do ajuste. Além desses, o modelo GARCH(2,1) apresentou valores próximos do modelo GARCH(1,1) e será analisado a seguir, na TABELA 7.

TABELA 7
Ajuste dos modelos ARCH e GARCH aos retornos do índice ICB

Parâmetros	ARCH(3)		GARCH(1,1)		GARCH(2,1)	
	coeficiente	p-valor	coeficiente	p-valor	coeficiente	p-valor
Média						
C	0,00040	0,0915	0,00027	0,2111	0,000254	0,2406
AR(1)	0,91191	<0,0001	-0,00336	0,8415	-0,00216	0,9085
AR(2)	-0,98688	<0,0001	-0,95884	<0,0001	-0,95206	<0,0001
MA(1)	-0,90269	<0,0001	-0,00917	0,4563	-0,01141	0,4115
MA(2)	0,99770	<0,0001	0,97393	<0,0001	0,969412	<0,0001

Variância						
C	0,00007	<0,0001	0,00000	0,0143	0,00000	0,0115
ξ^2_{t-1}	0,06371	<0,0001	0,03069	<0,0001	-0,00112	0,9457
ξ^2_{t-2}	0,10553	<0,0001	-	-	0,03629	0,0391
ξ^2_{t-3}	0,11578	<0,0001	-	-	-	-
σ^2_{t-1}	-	-	0,965244	0,00525	0,95988	<0,0001
Persistência	0,2850		0,9952		0,9950	

Fonte: Dados da pesquisa, 2011.

A TABELA 7 indica que os parâmetros dos modelos da parte ARMA dos modelos propostos da classe GARCH não foram significativos. Além disso, o modelo GARCH(2,1) apresentou apenas um parâmetro significativo referente à variância. Para tentar obter um melhor ajuste do modelo GARCH(1,1), os parâmetros AR(1) e MA(1) foram removidos e o modelo foi reajustado, conforme a TABELA 8.

TABELA 8
Reajuste do modelo ARMA(2,2) – GARCH(1,1) aos retornos do índice ICB

Parâmetros	GARCH(1,1)	
	Coefficiente	p-valor
Média		
C	0,00027	0,214
AR(2)	-0,85258	<0,0001
MA(2)	0,88033	<0,0001
Variância		
C	0,00000	0,0117
ξ^2_{t-1}	0,03166	<0,0001
σ^2_{t-1}	0,964093	<0,0001
Persistência	0,9956	

Fonte: Dados da pesquisa, 2011.

Ainda na TABELA 8, verifica-se que o reajuste do modelo GARCH(1,1) resultou num modelo composto apenas por parâmetros significativos e com uma persistência um pouco maior.

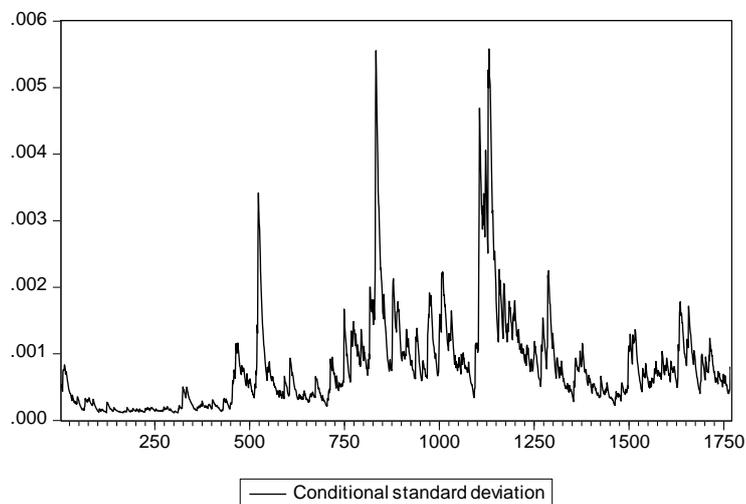
Análise do Risco entre os Índices

Utilizando como parâmetro de comparação as informações fornecidas pelos modelos da classe GARCH, que melhor se adequaram aos retornos de cada índice, é possível verificar qual a relação existente entre os mesmos. Para isso, analisaram-se conjuntamente os gráficos referentes ao desvio padrão condicional dos modelos de melhor ajuste para cada índice. Os Gráficos (GRÁFICOS 01, 02 E 03), a seguir, assim, apresentam os referidos desvios-padrão

para os Índices IMA, IBOVESPA e ICB, respectivamente.

GRÁFICO 01

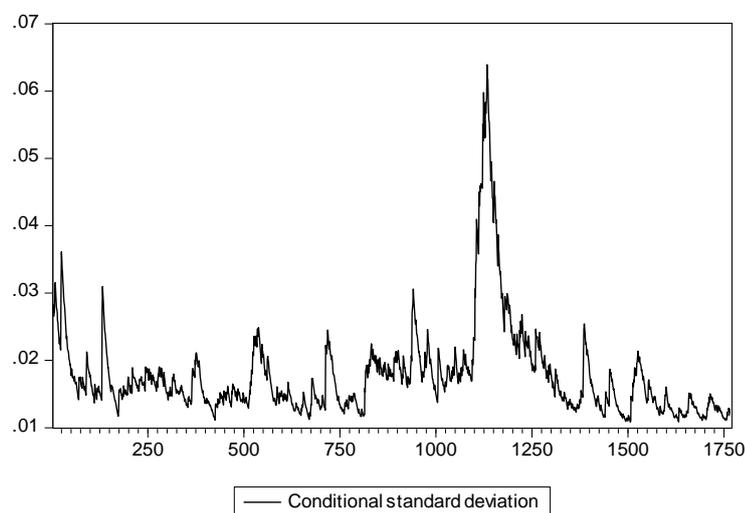
Desvio Padrão Condicional para o modelo AR(1)-GARCH(1,1) do índice IMA



Fonte: Dados da pesquisa, 2011.

GRÁFICO 02

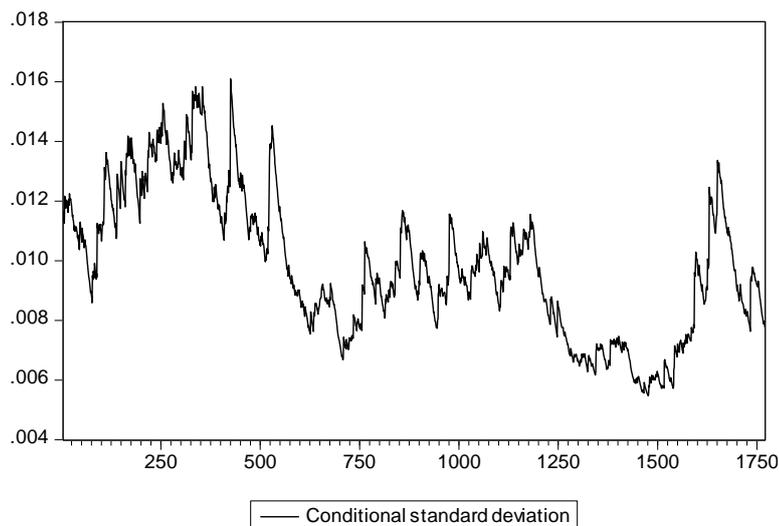
Desvio Padrão Condicional para o modelo AR(1,1)-GARCH(1,1) do índice IBOVESPA



Fonte: Dados da pesquisa, 2011.

GRÁFICO 03

Desvio Padrão Condicional para o modelo reajustado ARMA(2,2)-GARCH(1,1) do índice ICB



Fonte: Dados da pesquisa, 2011.

Analisando o GRÁFICO 01, referente aos desvios padrão condicionais do modelo referente aos retornos do índice IMA, nota-se que a variação apresentada é muito inferior aos demais índices, atingindo um desvio padrão condicional máximo de 0,06, enquanto que, no índice IBOVESPA, o desvio padrão condicional chega a 0,7 e, no ICB, a 0,16.

Na TABELA 9 abaixo, pode-se verificar a média do desvio padrão condicional para cada ano e durante todo o período para os índices. Sendo assim, nota-se que, em média, o risco do IBOVESPA é 22,34 vezes maior que do IMA e 1,81 vezes maior que do ICB.

TABELA 9

Tabela com o desvio padrão condicional médio por ano para cada Índice de acordo com os modelos anteriormente ajustados

Ano		IMA	IBOVESPA	ICB
2004	Após abril	0,00027	0,01966	0,01148
2005		0,00020	0,01603	0,01341
2006		0,00063	0,01549	0,01060
2007		0,00115	0,01670	0,00902
2008		0,00155	0,02651	0,00973
2009		0,00091	0,01894	0,00761
2010		0,00074	0,01386	0,00800
2011	Até abril	0,00070	0,01244	0,00886
Média		0,00080	0,01783	0,00985

Fonte: Dados da pesquisa, 2011.

Comparando os resultados referentes aos índices IMA e IBOVESPA, nos GRÁFICOS 01, 02 e 03, é possível se estabelecer uma relação clara entre esses índices. O desvio padrão condicional de ambos sofre um crescimento

significativo em períodos próximos. Dentre esses períodos, o de maior destaque se deu em meados de 2008, provavelmente devido aos impactos da crise econômica internacional. Porém, no caso do índice ICB, não foi observada nenhuma variação nesse período. Além disso, o comportamento geral e a forma do gráfico referente ao índice ICB se apresentam de forma distinta dos demais, o que evidencia que esse índice tem pouca relação com os outros dois.

Análise de correlação entre os Índices

Com o objetivo de verificar as relações existentes entre os três índices estudados, foram realizadas análises de correlação entre os mesmos. Na TABELA 10, podem-se verificar os coeficientes e os respectivos testes de hipótese para os coeficientes de correlação de Spearman.

Adotou-se o coeficiente de Spearman, por ser mais apropriado nesse caso, pela impossibilidade de supor que os dados (análise das séries 2 a 2) seguem conjuntamente uma distribuição normal bivariada e também porque a relação entre as séries, caso exista, possivelmente não é linear. Sendo assim, pode-se verificar que existe uma correlação positiva forte entre IMA e IBOVESPA ($r=0,883$). Nota-se que também existe uma correlação positiva, porém mais fraca, entre IBOVESPA e ICB e entre ICB e IMA. Pode-se verificar, portanto, que todas as correlações são significativas.

TABELA 10
Coeficientes de Correlação de Spearman para os índices IMA, IBOVESPA e ICB

Índice	Índice					
	IMA		IBOVESPA		ICB	
	Coeficiente	P-valor	Coeficiente	P-valor	Coeficiente	P-valor
IMA	-	-	0,8829	<0,001	0,5433	<0,001
IBOVESPA	0,8829	<0,001	-	-	0,4024	<0,001
ICB	0,5433	<0,001	0,4024	<0,001	-	-

Fonte: Dados da pesquisa, 2011.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo envolveu a análise dos valores de fechamentos diários de três índices: o índice de mercado Andima (IMA), o índice da BM&FBOVESPA (IBOVESPA) e o índice de commodities Brasil (ICB). Os valores de fechamento dos índices indicam que os três apresentam comportamentos distintos ao longo do período analisado. Inicialmente, a análise puramente gráfica não apresenta uma relação clara entre os três índices, nem mesmo em períodos de destaque na economia global, como a crise financeira de 2008.

Partindo para a análise dos valores dos retornos diários das séries temporais em estudo, verificaram-se que os retornos das séries dos índices apresentaram características típicas de séries financeiras como a aparente estacionariedade, agrupamentos de volatilidade e média condicional constante. Diante disso, foram estimados modelos das classes ARCH e GARCH, com o objetivo de analisar a variância condicional das séries ao longo do período.

Após a realização dos procedimentos de modelagem, verificou-se que, em relação à variância, o modelo GARCH (1,1) foi o que melhor se adequou a todos os três índices, apresentando melhores parâmetros da qualidade de ajuste.

Em relação ao risco dos três índices, os resultados obtidos no processo de modelagem indicam que o índice IMA foi o que menos variou ao longo do período estudado, apresentando um desvio máximo de 0,006, enquanto o índice IBOVESPA apresentou um desvio máximo de 0,07 e o índice ICB, de 0,016. Assim o investimento em contratos futuros de commodities em um índice ponderado revelou um risco menor que o apresentado pelo mercado acionário. O mercado acionário, representado pelo índice da BM&FBOVESPA (IBOVESPA), porém, acusou o maior retorno acumulado no período de sete anos, superando o mercado de renda fixa e os contratos futuros de commodities. É importante, contudo, frisar que o investimento em contratos futuros de commodities, através do ICB, não representou perdas para os investidores durante o período analisado.

Após o cálculo do coeficiente de Spearman, esse estudo verificou uma fraca correlação entre o IBOVESPA e ICB. De acordo com a Síntese Agropecuária de nº 326 de Agosto/2008, a BM&FBOVESPA, no momento da criação do ICB, afirmou-se que um dos objetivos do índice seria a mitigação de riscos em carteiras de investimentos, sem afetar o retorno total do portfólio. Com os resultados encontrados nessa pesquisa, porém, não se pode afirmar a possibilidade de utilização de contratos futuros de commodities, seguindo a metodologia do ICB, como mecanismo para mitigação do risco em carteiras de investimento compostas por ações e títulos públicos. Assim, sugere-se que novas pesquisas sejam realizadas com o intuito de verificar se a inserção de contratos futuros, seguindo a metodologia do ICB, será eficaz.

Outra relação de destaque é que tanto o índice IMA quanto o IBOVESPA apresentaram mudanças no comportamento dos desvios padrão condicionais em meados de 2008 e 2009 devido à crise econômica do período e, no ICB, essa relação não foi constatada. Dessa forma, durante a forte turbulência dos mercados financeiros, o comportamento dos contratos futuros de commodities foi mais “estável” que o mercado de renda fixa e acionário.

A respeito da expectativa que se criou em torno da criação do ICB, a pesquisa realizada, não permite afirmar que o Índice pode contribuir para mitigação de riscos em carteiras de investimento. O investimento direto em contratos futuros de commodities, entretanto, a partir de sua metodologia, apresentou um risco menor que o mercado acionário e não acusou um retorno negativo para os investidores. Assim, estudos posteriores serão necessários para explorar as razões de as taxas de retornos do Ibovespa e ICB serem discrepantes, principalmente em momentos de forte turbulência dos mercados e buscar razões que expliquem o aparente comportamento “estável” do índice de commodities no período da crise financeira.

Outra indicação relevante para a realização de pesquisas futuras é a necessidade de aprofundar a análise acerca da utilização do ICB em carteiras de investimento, com intuito de mitigação do risco. Isto é, conforme mencionado anteriormente, essa pesquisa não buscou formar carteiras de investimento contendo contratos futuros de commodities. Os estudos mencionados nessa pesquisa, entretanto, afirmam que derivativos de commodities são utilizados para mitigar riscos em portfólios. O fomento dos negócios que envolvem commodities é fundamental para um país com forte vocação agropecuária como o Brasil. O fortalecimento de um índice de commodities contribuirá para o acesso do pequeno e grande investidor a este mercado e favorecerá o financiamento dos produtores da própria commodity, objeto do instrumento financeiro, ou seja, contribuirá para o crescimento do agronegócio nacional.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALEXANDER, C. "The Present and Future of Financial Risk." *Journal of Financial Econometrics*, 2005.
- ALEXANDER, C. "Market models: A Guide to Financial Data Analysis." West Sussex: John Wiley, 2001.
- ASSAF NETO, Alexandre. Mercado financeiro. 9 ed. São Paulo: Atlas, 2009.
- BACIC, M. J. ; SILVEIRA, R. L. F.; SOUZA, M. C. A. F. Gestão imprudente do risco financeiro como elemento de destruição de valor: uma reflexão a partir do uso de derivativos por empresas líderes brasileiras. *Revista del Instituto Internacional de Costos*, v. 6, p. 49-68, 2010.
- BODIE, Z.; ROSANSKY, V. Risk and return in commodity futures. *Financial Analysts Journal*, Charlottesville, v. 36, n. 3, p. 27-39, 1980.
- BOLLERSLEV, T. "Generalized autoregressive conditional heteroskedasticity." *Journal of Econometrics*, 1986.
- BOX, G. E. P.; JENKINS, G. M. (1970). *Time series analysis: forecasting and control*. San Francisco: Holden-Day (Revised editin, 1976).
- BROOKS, C. *Introductory econometrics for finance*. Cambridge University Press, 2002.
- COSTA, T. M. T.; PIACENTI, C. Utilização de Contratos futuros agropecuários no perfil médio de investimentos dos fundos de pensão no Brasil. *Revista Contabilidade & Finanças*, v. 19, p. 59-72, 2008.
- DEMIDOVA-MENZEL, N.; HEIDORN, T. "Commodities in Asset Management". Frankfurt School - Working Paper Series 81, Frankfurt am Main: Frankfurt School of Finance & Management, 2007.
- ENGLE, R. F. "Autoregressive conditional heteroscedasticity with estimates of the variance of United Kingdom inflation." *Econometrica*, 1982.
- GORTON, G. B.; ROUWENHORST, K. Geert, Facts and fantasies about commodity futures (February 28, 2005). Yale ICF Working Paper No. 04-20. Available at SSRN: <http://ssrn.com/abstract=560042>
- GREER, R. J. Conservative commodities: a key inflation hedge. *Journal of Portfolio Management*, New York, v. 4, n. 4, p. 26-29, 1978.
- HOLLANDER, M., e WOLFE, D. A. *Nonparametric statistical methods*. New York: John Wiley & Sons, 1999.
- HULL, J. *Introdução aos mercados futuros e de opções*. São Paulo: Cultura Associados e BM&F, 2. ed., 1995.
- JARQUE, C. BERA, A. A Test for normality of observations and regression residuals. *International Statistical Review*, v. 55, p. 163-172, 1987.
- 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.
- LEITE, Helio de Paula, SANVICENTE, Antonio Zoratto. *Índice Bovespa: um padrão para os investimentos brasileiros*. São Paulo: Atlas, 1995.
- LIMA, G.A. S. F. de; LIMA, I. S.; PIMENTEL, R. C. *Curso de mercado financeiro: tópicos especiais*. São Paulo: Atlas, 2009.
- MARGARIDO, Mário Antônio ; MEDEIROS JUNIOR, H. . Teste para mais de uma raiz unitária: uso do software SAS na elaboração de uma rotina para o teste Dickey-Pantula. *Pesquisa & Debate (Online)*, v. 17, p. 149-170, 2006.
- 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*, v. 41, p. 9-30, 2003.

MOL, Anderson Luiz Rezende. Value at risk como medida de risco da volatilidade dos ajustes diários em mercados futuros de café. 2000.102p. Dissertação (Mestrado em Administração) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

MONCUR, G. "Indices enticing Investors". Gold Report - World Gold Council, London, September 2005. Disponível: <http://www.gold.org/value/stats/research/index.html>, acesso em 03/10/2011.

MORETTIN, Pedro A.; TOLOI, Célia M.C. Análise de séries temporais. 2. ed. São Paulo: Edgar Blucher, 2006.

SÁ, Geraldo Tosta de. Administração de investimentos, teoria de carteiras e gerenciamento do risco. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1999.

SILVA NETO, Lauro de Araújo. Derivativos: definições, emprego e risco. 3. Ed. São Paulo: Editora Atlas, 2000.

SILVEIRA, R. L. F.; BARROS, G. S. A. C. . Futuros Agropecuários em portfólios de máxima utilidade esperada. Revista de Economia e Agronegócio, v. 7, p. 215-233, 2009.

SÍNTESE AGROPECUÁRIA. BM&FBOVESPA. 31/07/2008 nº 326 Ano 10. Disponível em: http://lojavirtual.bmf.com.br/LojaE/Portal/Pages/sinteseAgro_Historica.aspx. Acesso em 12 abr. 2011.

TRIOLA, Mário F. Introdução à estatística. São Paulo. Ed. LTC, 2005.

Recebido em 17/07/2012 Aprovado em 28/05/2013 Disponibilizado em 07/06/2013 Avaliado pelo sistema <i>double blind review</i>
