

# Análise da influência dos preços internacionais das *Commodities* sobre a Bolsa de Valores de São Paulo

Igor Vasconcelos Nogueira\*  
Bruno Pérez Ferreira\*\*

## Resumo

A presente pesquisa teve como objetivo quantificar a importância dos preços internacionais das *commodities* na Bolsa de Valores de São Paulo – Bovespa. Para quantificar esse efeito, foram realizadas estimações econométricas, avaliando a relação entre o índice Bovespa (Ibovespa) e os preços das *commodities* no mercado internacional. Como *proxy* dos preços das *commodities*, foi utilizado o índice *Commodity Research Bureau* (CRB), um índice ponderado das principais *commodities* negociadas no mercado internacional e apurado pela *Reuters*. O período estudado foi de

---

\* Mestrando em Administração da UFMG com Linha de Pesquisa em Finanças; áreas de atuação: finanças, mercados financeiros de créditos e de capitais; contabilidade financeira, métodos quantitativos em economia e finanças e macro e microeconomia; especialista em Finanças pela Universidade Cândido Mendes (UCM); Consultor Econômico-financeiro com certificação profissional da Associação Nacional dos Bancos de Investimentos – Anbid – série 20 (cpa-20); graduado no curso de Ciências Econômicas da UFMG, com Núcleo Optativo em Economia de Empresa e Finanças; igorvasconcelosnogueira@gmail.com

\*\* Doutorando em Administração da UFMG com linha de pesquisa em Finanças; mestre em Finanças pela Universidade Federal de Minas Gerais e em Economia da Saúde e Farmacoeconomia pela Universidad Pompeu Fabra de Barcelona – Espanha; graduado em Administração Pública pela Fundação João Pinheiro e em Matemática pela Universidade Federal de Minas Gerais. Atualmente, é doutorando de Finanças na Universidade Federal de Minas Gerais e servidor estatutário da Secretaria de Estado de Fazenda de Minas Gerais; tem experiência na área de Administração com ênfase em Finanças, atuando principalmente nos temas: mercado de capitais e de renda fixa, econometria e investimento e análise de risco; bpf1@cepead.face.ufmg.br

novembro de 1997 a março de 2009. Buscou-se captar o efeito específico de *commodities* sobre o Ibovespa, e, para isso, foram incluídas como variáveis exógenas o índice Dow Jones, com a função de captar o risco sistêmico de mercado e a taxa de juros do Sistema Especial de Liquidação e Custódia, para incorporar os juros do mercado brasileiro de renda fixa; e a cotação do dólar, para captar a influência do mercado cambial. Foi empregado um modelo de regressão por mínimos quadrados, para avaliar as relações entre as variáveis. Esse modelo demonstrou-se consistente, verificando que os preços internacionais das *commodities* apresentam reflexos sobre a variação das principais ações brasileiras. Posteriormente, estimou-se um modelo autorregressivo (AR(1)) e um modelo autorregressivo generalizado (Generalized Autoregressive Conditional Heterocedasticity) GARCH(2,1), que também se apresentaram consistentes; o modelo AR(1) apresentou-se melhor especificado para avaliar a relação entre o CRB e o Ibovespa.

Palavras-chave: *Commodities*. Índice CRB. Modelos econométricos.

## 1 INTRODUÇÃO

O processo de industrialização no Brasil foi influenciado significativamente pela demanda por *commodities*, pois durante tal processo foi intenso o consumo de matérias-primas para o desenvolvimento de sua infraestrutura. Posteriormente, com o desenvolvimento do parque industrial brasileiro e uma mudança nos hábitos de consumo, as *commodities* tornaram-se o motor do crescimento econômico brasileiro. No cenário internacional, com o crescimento da economia mundial a partir de 2002 até o início da crise da *subprime*, no segundo semestre de 2008, países, como a Índia e a China demandaram de forma crescente o consumo por matérias-primas, gerando mudanças relevantes no mercado internacional de *commodities* durante esse período.

Os aumentos do preço das *commodities* no mercado internacional, impulsionados pelo crescimento de sua demanda, fizeram com que países de elevada participação de *commodities*, em suas pautas exportadoras, fossem beneficiados dessa alta de preços, melhorando sua balança comercial, reduzindo a dívida externa e promovendo o aumento de suas reservas internacionais por meio de seu *superavit* primário. Além disso, esses países mostraram uma valorização importante de seus índices de renda, variável entre 2002 e 2008, diante do ele-

vado peso de empresas exportadoras de *commodities* nos respectivos mercados de renda variável (BALARIE, 2007).

A estabilidade macroeconômica brasileira, alcançada após a implantação do Plano Real, criou um ambiente favorável ao desenvolvimento do mercado de capitais, atraindo recursos de capital estrangeiro e impulsionando as emissões primárias de ações (IPOs). Contudo, com a alteração no cenário econômico internacional, para um momento de desaceleração do crescimento e redução dos preços de *commodities*, tornam-se mais incertas as perspectivas do mercado de capitais para os países exportadores de *commodities*, como no Brasil.

## 2 TEMÁTICA

A Bovespa é uma das principais bolsas de valores de países emergentes do mundo, principalmente em relação à negociação de papéis de empresas do setor de *commodities*.

Diante disso, este estudo procurou avaliar o efeito dos preços das *commodities* no mercado internacional sobre a Bolsa de Valores de São Paulo.

O objetivo da pesquisa foi quantificar a importância dos preços internacionais das *commodities* na Bolsa de Valores de São Paulo. Assim, os objetivos específicos foram:

- a) Verificar a influência do câmbio, da taxa básica de juros e do risco sistêmico na relação entre o índice CRB e o Ibovespa;
- b) Avaliar a evolução dos preços das *commodities* com base no índice CRB, em relação ao Ibovespa;
- c) Identificar modelos experimentais de séries temporais que demonstrem maior eficiência na constatação da relação entre o CRB e o Ibovespa.

Diante disso, destaca-se a seguir o contexto relacionado ao mercado de *commodities*, a relevância da participação de empresas do setor de *commodities* no Ibovespa e sua inserção em políticas de investimento de agentes do mercado financeiro internacional, considerando uma abordagem fundamentalista de médio e longo prazo. Enfatiza-se que a pesquisa englobou o período da crise de crédito *subprime*, principalmente nos últimos dados incorporados na análise de séries temporais.

### 3 REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1 A EVOLUÇÃO DOS PREÇOS DAS *COMMODITIES*

Em 2002, de acordo com Prates (2007), os preços de diversas *commodities* elevaram-se a partir dos patamares historicamente baixos alcançados em 2001. Contudo, ainda naquele ano, não se conjeturava a emergência de um período de alta consistente dos preços. Por um lado, o último período dessa natureza ocorreu há mais de 20 anos, na segunda metade dos anos 1970, o que interrompeu a relativa estabilidade posterior à guerra da Coreia de 1951/1953. A partir desse fato histórico, os preços das *commodities* apresentaram alta volatilidade, simultaneamente com a tendência de queda, que se intensificou na segunda metade dos anos 1990. Por outro lado, a recuperação dos preços foi inicialmente liderada por *commodities* agrícolas que enfrentaram choques de oferta de origem climática, com destaque para o *El Niño*. No caso dos preços das *commodities* metálicas, em relação aos produtos mais sensíveis às flutuações cíclicas da economia global, a alta foi tímida, o que decorreu da queda nas expectativas de uma retomada mais vigorosa do crescimento, que continuou inferior à média da década de 1990.

Entretanto, ao longo do segundo semestre de 2003, verificou-se uma expectativa dos agentes do mercado financeiro na emergência de uma nova fase de elevação mais sustentável dos preços das *commodities*. A alta desses preços superou a previsão da Organização Mundial do Comércio (OMC), com projeção de um crescimento de 5,8% em termos nominais, de acordo com a *World Trade Organization* (WTO) (2003), pois enquanto o índice futuro do CRB subiu 8,86%, o Índice de Preços no Mercado (Spot) subiu 16%. Essa diferença entre as tendências das cotações futuras e à vista indica que o próprio mercado não tinha como expectativa uma alta sustentável. Essa alta foi generalizada, o que repercutiu em todos os subíndices CRB: de *commodities* metálicas, industriais e alimentos.

Segundo Prates (2007), a tendência altista continuou ao longo de 2004, porém com alguns sobressaltos. De abril a julho, tanto o índice futuro quanto o *spot* iniciaram um movimento baixista, para o qual contribuiu, principalmente, a queda dos preços das *commodities* agrícolas, associada a melhores condições nas lavouras e a fatores sazonais. Contudo, os índices futuro e spot do CRB retomaram o movimento ascendente a partir de agosto, impulsionado pela alta das cotações das *commodities* metálicas, que persistiu em 2005 e nos primeiros meses de 2006.

Em relação à alta dos preços das *commodities* no período de 2002 a 2005, esta esteve associada a uma sobreposição de fatores, como a recuperação econômica global, a desvalorização do dólar, a bolha especulativa fomentada pelas taxas de juros baixas e o crescimento econômico da China. Os impactos do aumento da demanda chinesa, no referido período por *commodities*, não seriam tão intensos em uma situação de estagnação econômica global, da mesma forma que a emergência de uma bolha especulativa nos mercados futuros desses bens seria menos provável em um contexto de taxas de juros básicas mais elevadas, nos países centrais.

### 3.2 AS *COMMODITIES* E A BOVESPA

Durante o ciclo de liquidez dos anos 1990, praticamente a totalidade das aplicações realizadas no mercado de capitais brasileiro foi canalizada para o mercado secundário, no qual os investimentos de portfólio em ações no país superaram as aplicações em American Depositary Receipts (ADRs), com exceção do período de 1998 a 2002. Após 2002, as aquisições de ações da Bovespa apresentaram uma recuperação significativa e persistente, com uma valorização praticamente generalizada nos mercados acionários dos países centrais e emergentes, como os da Ásia, da América Latina e do Oriente Médio. É importante destacar que o retorno dos fluxos de capitais para os países emergentes deveu-se à questão do risco cambial após 2003. No Brasil, esse cenário associado à tendência de apreciação do real e uma política monetária excessivamente restritiva, fizeram com que os investidores estrangeiros buscassem usufruir os ganhos de capital decorrentes dessa tendência, mediante aplicações no mercado acionário doméstico (FREITAS; PRATES, 2008).

Tais investimentos em mercados emergentes, proporcionados por meio da apreciação da taxa de câmbio e de perspectivas de lucro com ações negociadas no mercado doméstico, ocorreram, sobretudo, em ações de empresas produtoras de *commodities*, como as siderúrgicas e mineradoras. Tais investimentos promoveram um recorde histórico em maio de 2006, com 40% de participação dos investidores estrangeiros na Bovespa. Os investidores estrangeiros absorveram, em média, 70% das emissões primárias realizadas em 2006 e 2007 (respectivamente US\$ 108 bilhões e US\$ 116 bilhões), com participação ativa nas ofertas públicas iniciais (Initial Public Offers – IPOs), que atingiram um número recorde nesse último ano (64 no total). Destaca-se ainda que o crescimento da quantidade de fundos americanos indexados ao preço de *commodities* passou a permitir um acesso mais fácil para investidores do mercado financeiro ao mercado de *commodities*. Estima-se que o volume desses fundos gira em torno

de US\$ 211 bilhões. A seguir, visualiza-se a composição do Ibovespa em abril de 2008 (Tabela 1):

Tabela 1: Composição do Ibovespa

Setor	% part
Petróleo e petroquímico	19,16
Mineração	16,68
Siderurgia	9,32
Papel e celulose	2,29
Bancos	14,23
<b>Total de commodities</b>	<b>61,68</b>
Telecomunicações	9,71
Energia elétrica	9,5
Consumo	8,55
Construção	3,09
Aviação	3,92
Outros	3,55
<b>Total outros setores</b>	<b>38,32</b>
<b>Total Ibovespa</b>	<b>100,00</b>

Fonte: Bovespa.

Como observado, a exposição do Ibovespa aos setores ligados a *commodities* supera 60% de participação em abril de 2008, inferindo-se que grande parte da volatilidade do nosso mercado está ligada à variação dos preços das *commodities*. No entanto, a partir da crise de crédito norte-americana, principalmente após o segundo trimestre de 2008, verificou-se uma redução da demanda mundial, sobretudo nos Estados Unidos e na Europa, refletindo sobre os mercados de *commodities*, e impactando o crescimento de economias emergentes, com destaque para a China. Essa queda na demanda de *commodities* verificou-se em um cenário de aversão ao risco, com a queda das principais bolsas mundiais e a redução na produção de grandes multinacionais.

### 3.3 AS COMMODITIES E O CRB

A história do índice CRB iniciou em janeiro de 1934, a pedido do Departamento do Tesouro dos Estados Unidos, quando o *Bureau of Labor Statistics* começou o cálculo de um índice diário de preços das *commodities*, utilizando as cotações das *commodities* sensíveis. Primeiramente, foi lançado para o público em geral em janeiro de 1940. Em 1952, quando passou a ter relação com os principais índices de séries de preços, a Secretaria do Tesouro dos Estados Unidos divulgou um novo diário do Índice de Preços no Mercado *spot*. O novo índice não foi uma continuação da antiga série, mas foi baseada em uma nova amostra de 22 *commodities* e calculado com base entre 1947 e 1949. Em janeiro de 1962, o índice de 22 *commodities* foi novamente calculado com base 100 entre 1957 e 1959, para corresponder ao período de referência adotado aos outros índices do Governo Federal de uso geral. Em janeiro de 1971, o índice mudou de base novamente, de acordo com o governo, dessa vez para uma base 100 em 1967. Em 1969, o cálculo do índice em base diária foi interrompido. O índice foi então preparado para a terça-feira de cada semana, até maio de 1981, quando o Commodity Research Bureau (CRB) começou a calcular o índice em uma base diária.

O *spot* é uma medida dos movimentos de preços de 22 produtos sensíveis básicos, cujos mercados presumem ser os primeiros a se influenciarem por mudanças nas condições econômicas. Assim, tal índice serve como uma indicação precoce da iminência de mudanças na atividade empresarial. O preço *spot* é um preço a que está vendendo uma mercadoria para entrega imediata. Na ausência de um preço à vista, uma oferta ou preço solicitado pode ser usado. Alguns dos preços utilizados são os preços nominais, não reais de transição.

O índice CRB é composto por produtos utilizados, que na maioria dos casos, são matérias-primas ou produtos próximos da fase inicial de produção, os quais são particularmente sensíveis aos fatores que afetam as forças atuais e futuras das condições econômicas. *Commodities* altamente fabricadas não estão incluídas por duas razões: por incorporarem relativamente elevados custos fixos, fato que faz com que reaja mais lentamente às mudanças nas condições de mercado, e por serem menos importantes do que os determinantes do preço das *commodities* mais básicas, utilizadas em toda a economia produtiva. As matérias-primas ou produtos próximos da fase inicial de produção que compõem o CRB são:

- a) Metais: sucata de cobre, sucata de chumbo, sucata de aço e estanho e zinco;
- b) Têxtil e fibras: pano de saco, algodão, pano de impressão e *tops* de lã;

- c) Pecuária e produtos: couros de porco, banha de porco, bois e sebo;
- d) Gorduras e óleos: manteiga, óleo de algodão, toucinho e sebo;
- e) Produtos industriais crus: couros, sebo, sucata de cobre, sucata de chumbo, sucata de aço, zinco, estanho, estopa, algodão, pano de impressão, *tops* de lã, resina e borracha;
- f) Produtos alimentares: porcos, bois, banha, manteiga, óleo de soja, cacau, milho, trigo de *Kansas City*, *Minneapolis* trigo e açúcar.

Tabela 2: Composição do CRB

Setor	% part.
Energia: petróleo; petróleo aquecido e gás natural	17,6
Grãos: trigo, milho e soja	17,6
Industriais: cobre e algodão	11,8
Carnes: boi gordo e porco de engorda,	11,8
café, cacau, açúcar e suco de laranja	23,5
Metais preciosos: ouro; prata e platina	17,6
<b>Total índice CRB</b>	<b>100,00</b>

Fonte: *Reuters CRB Commodity Index*.

### 3.4 A CRISE DOS TÍTULOS *SUBPRIME*

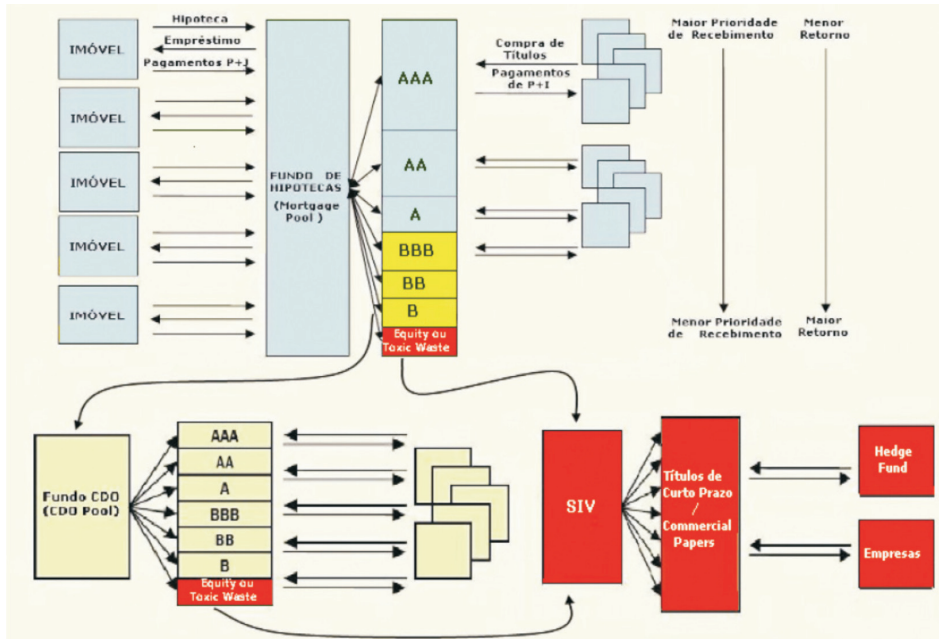
Os títulos *subprime* são empréstimos feitos aos devedores que apresentam risco de crédito elevado, decorrentes de aspectos como a falta de um histórico consistente na utilização do crédito ou de outras características associadas às probabilidades elevadas de inadimplência. Tratam-se de títulos de renda fixa, voltados para o financiamento de tomadores de crédito que apresentam um perfil característico de risco elevado. De acordo com Torres Filho (2008), a crise do *subprime* foi um dos temas que mais se destacou no atual cenário econômico internacional. Ao longo do segundo semestre, os mercados financeiros foram, por duas vezes, surpreendidos por notícias de que as perdas relacionadas com o financiamento de imóveis nos Estados Unidos eram muito elevadas, o que ameaçava a saúde financeira de importantes bancos e fundos de investimento.

O autor destaca que, nesse contexto, os investidores apressaram-se em desfazer suas posições em créditos hipotecários, o que impactou negativamente o funcionamento de vários mercados, como fundos de investimento que suspenderam os resgates de cotas. Esse comportamento promoveu nos Estados

Unidos uma redução na liquidez dos títulos de curto prazo (*commercial papers*), ocasionando na Inglaterra a derrocada de um dos maiores bancos locais, o *Northern Rock*. As taxas de juros praticadas no sistema interbancário internacional apresentaram expressiva elevação, o que refletiu o receio dos bancos em realizar empréstimos de curto prazo entre si. Diante disso, os bancos centrais intervieram com injeções de liquidez, para evitar que a crise tomasse proporções sistêmicas.

O Fluxograma 1 mostra os esquemas financeiros montados por essas instituições para repassar créditos *subprime* a terceiros. As figuras em azul indicam a operação original de vendas de títulos, enquanto os retângulos em amarelo e vermelho mostram os passos seguintes no sistema financeiro, em que são utilizados derivativos de crédito, ou seja, em que se emitiam novos títulos de dívida, cujos valores derivavam de outros títulos de crédito baseados em *subprimes*. Esse processo começou, conforme o Fundo Monetário Internacional (FMI) (2008), com a transferência de diferentes contratos de hipotecas para um único fundo de investimentos: o *mortgage pool*. Esse fundo, por sua vez, emitia diferentes classes de cotas (*tranches*). Cada título apresentava uma taxa de retorno, que quanto maior fosse o risco que o cotista assumisse, maior ela seria. O *tranche* era avaliado com base em modelos estatísticos aprovados pelas principais empresas de classificação de risco, como a *Standard and Poor's* e a *Moody's*.

De acordo com o Fundo Monetário Internacional (FMI) (2008), as bases da crise do *subprime* podem ser encontradas na desaceleração do mercado imobiliário americano, que após atingir vendas de mais de 8,2 milhões de imóveis residenciais em 2005, principiou uma trajetória de queda. Nessa trajetória, as vendas nos 12 meses precedentes a setembro de 2007 atingiram 5,7 milhões, o que consolidou uma queda global de 30%, mas, que, no caso dos imóveis novos, foi de quase 50%. Torres Filho (2008) relata que seguindo essa redução na demanda, os preços das residências começaram a cair ao final de 2006, o que repercutiu em problemas na renegociação das hipotecas *subprime* e levou a uma onda de inadimplência. Isso ocorreu devido à queda nos preços dos imóveis em 2007, enquanto as taxas de juros subiam, eliminando os lucros fáceis antes obtidos com o refinanciamento dos empréstimos imobiliários. Outro fato que agravou a situação foi que a maior parte das hipotecas *subprime* possuía taxas de juros reajustáveis, ou seja, contratos de financiamento que contavam com reduzidas taxas de juros fixas. Nos primeiros cinco anos, tiveram um reajuste em suas taxas de juros. As taxas reajustáveis, de acordo com Wacker (2008), são normalmente bem mais elevadas do que as taxas de juros iniciais, e situam-se além da capacidade de pagamento dos mutuários. Com isso, os atrasos e a inadimplência dos empréstimos imobiliários tornaram-se a consequência natural dessa situação, e, em setembro de 2007, 14% dos tomadores de empréstimo *subprime* tornaram-se inadimplentes.



Fluxograma 1: Processo do *subprime* no sistema financeiro internacional  
 Fonte: Torres Filho (2008).

As consequências negativas geradas pela crise imobiliária americana impactaram a economia global, também observadas na economia brasileira. O primeiro impacto foi registrado pela Bovespa, que, no segundo semestre de 2007, chegou a apresentar queda de quase 10% ao longo de um único dia. Na realidade, desde julho de 2007, a crise prejudicou qualquer valorização adicional do mercado brasileiro de renda variável, dado que, após um período extremamente volátil, o índice Bovespa, mesmo com a recuperação no mês de abril, encontra-se hoje praticamente no mesmo nível de seis meses atrás.

## 4 METODOLOGIA

### 4.1 ABORDAGEM TEÓRICA

A abordagem utilizada na pesquisa foi funcionalista, conforme Burrell e Morgan (1979), e procura proporcionar explicações racionais para os fatos sociais, assim como enfatiza a compreensão da ordem, do equilíbrio e da estabilidade e as maneiras pelas quais podem ser mantidos, ligando-se à sociologia da regulação.

As análises quantitativas são um dos principais ramos de desenvolvimento de pesquisas nos estudos organizacionais, o que engloba trabalhos que utilizam metodologias, como a abordagem experimental, descritiva, simulações, entre outras. Essas análises são baseadas em uma linha de pesquisa de base positivista, que se volta para a delimitação de comportamentos e para a observação de relações, principalmente em termos matemáticos, de questões sobre temática financeira (MALHOTRA, 2001).

Além disso, ao se verificar a comprovação quantitativa de uma teoria, o trabalho de pesquisa deve envolver testes estatísticos, de modo a consolidar o modelo utilizado na análise efetivada. Esses testes promovem validade às relações matemáticas identificadas e garantem consistência aos aspectos verificados em uma pesquisa, o que é relevante para a consolidação dos resultados e possíveis aplicações posteriores da teoria verificada no estudo.

### 4.2 ABORDAGEM EMPÍRICA

A abordagem empírica utilizada na pesquisa foi “séries temporais”, que se caracteriza pela exigência de medições periódicas da variável dependente para um grupo de unidades de teste. O tratamento é aplicado pelo pesquisador ou é verificado. Depois dele, as medições periódicas têm continuidade, para que se determine o efeito do tratamento. Como pontos fracos dessa metodologia, há a impossibilidade de controlar a história e a possibilidade de ser afetado pelo efeito interativo do teste, em razão da repetição da mensuração.

Para verificar a influência dos preços de *commodities* no mercado internacional sobre o Ibovespa, foi utilizada a seguinte expressão:

$$\text{LOG}(IBOV) = C + \beta_1 \text{LOG}(SELIC) + \beta_2 \text{LOG}(DOLAR) + \beta_3 \text{LOG}(CRB) + \beta_4 \text{LOG}(DJI) + \varepsilon \quad (1)$$

Em que:

*IBOV* é o índice da Bolsa de Valores de São Paulo – Ibovespa;  
*SELIC* é a taxa de juros do Sistema Especial de Liquidação e Custódia;  
*DÓLAR* é a taxa de câmbio PTAX500;  
*CRB* é o índice do *Commodity Research Bureau*;  
*DJI* é o índice Dow Jones;  
*C* é a constante do modelo;  
 $\beta_t$  são os coeficientes de regressão e  
 $\varepsilon$  é o termo estocástico.

Diante da aplicação dessa expressão, ao se verificar a comprovação quantitativa de uma teoria, o trabalho de pesquisa envolveu testes estatísticos, de modo a consolidar o modelo utilizado na análise efetivada. Esses testes promovem validade às relações matemáticas identificadas e garantem consistência aos aspectos verificados em uma pesquisa, o que é relevante para a consolidação dos resultados e possíveis aplicações posteriores da teoria verificada no estudo. Assim, foi elaborado um modelo autorregressivo AR(1) e um GARCH. A seguir, destacam-se os procedimentos de teste implementados.

#### 4.3 PROCEDIMENTOS DE TESTE UTILIZADOS

Inicialmente foi constatado o nível de significância do modelo definido pela probabilidade  $R^2$  e  $R^2$  ajustado, que demonstra se o conjunto de variáveis é significativo para o modelo. Além disso, em termos de análise inicial, também foi verificado o nível de explicação apresentado pelo modelo especificado. Porém, tais constatações não são suficientes para avaliação da adequação das modelagens propostas. Como verificação da significância das variáveis, utilizou-se o valor de probabilidade (*prob*) e a *estatística-t*, tendo como regra prática *prob.* menor que 0,05 e *estatística-t* maior que dois em módulo, objetivando uma região de aceitação de 95%.

Uma tipologia de avaliação implementada na pesquisa foram os testes de especificação, no caso o teste de *Chow*, de Soma Cumulativa dos Resíduos Recursivos – CUSUM e de Erro de Especificação da Regressão – RESET Ramsey. Esses testes permitem a constatação de problemas de especificação no modelo utilizado para efetuar a regressão. Segundo Johnston e Dinardo

(1996), o teste de *Chow* permite verificar se previsões externas a uma amostra são significativas e também verificar a consistência do modelo. Para o desenvolvimento do teste, foram utilizadas 14 observações das 137 que fazem parte da amostra total, assim o teste contou com mais de 10% das observações para verificar sua consistência.

Os testes foram baseados em estimação recursiva, ou seja, CUSUM, em que é possível verificar a invariabilidade ou não dos parâmetros. As análises desenvolvidas por meio desses testes permitem a constatação de possíveis quebras estruturais nos modelos. Conforme Johnston e Dinardo (1996), o teste RESET Ramsey indica a presença de possíveis erros de especificação derivados da omissão de variáveis, de formas funcionais incorretas ou de correlação entre as variáveis explicativas do modelo com os resíduos. Assim, esse teste deve ressaltar deficiências de especificação que podem contribuir para que o pesquisador avalie novamente a especificação utilizada na análise.

Para avaliar possíveis correlações seriais entre os resíduos, foram utilizados o teste estatístico de Durbin-Watson e o correlograma para 20 lags. Pyndick e Rubinfeld (1998) relatam que a interpretação exata da estatística de Durbin-Watson se torna difícil porque a sequência de termos de erro depende não somente da sequência de erros, mas também da sequência de valores das variáveis explicativas. Os autores relatam que se o valor da estatística de Durbin-Watson for menor que 2, há uma evidência da correlação de série positiva. Já o correlograma é uma representação gráfica das autocorrelações de um conjunto de dados, que fornece um indicativo inicial de possíveis problemas de correlação serial.

A outra tipologia de testes que foi implementada na pesquisa foi a relacionada à presença de heterocedasticidade. Esse conjunto de testes envolveu a realização do teste do Logaritmo da Razão de Verossimilhança – *LogLikelihood Ratio* e o teste de *Wald*. O teste da Razão de Verossimilhança constata a adequação da estimação em termos da consistência em relação ao máximo de verossimilhança, determinado pelo menor valor da soma dos quadrados dos resíduos. O Logaritmo da Razão de Verossimilhança pode ser avaliado por meio de estatísticas de teste qui-quadrado. Segundo Johnston e Dinardo (1996), o teste de *Wald* verifica se a estimativa viola alguma restrição específica, principalmente a equivalência entre índices utilizados. Essa avaliação é fundamental para o modelo utilizado na pesquisa, visto que envolve índices que remetem a abordagens distintas para um mesmo fator, a inflação.

#### 4.4 BASE DE DADOS

Os dados utilizados foram a série de cotações do Ibovespa e a série de cotações do índice Dow Jones, que teve como função captar o risco sistêmico de mercado, a taxa de juros do Sistema Especial de Liquidação e Custódia (Selic) para incorporar os juros do mercado brasileiro de renda fixa, e a cotação do dólar (PTAX 500), para captar a influência do mercado cambial.

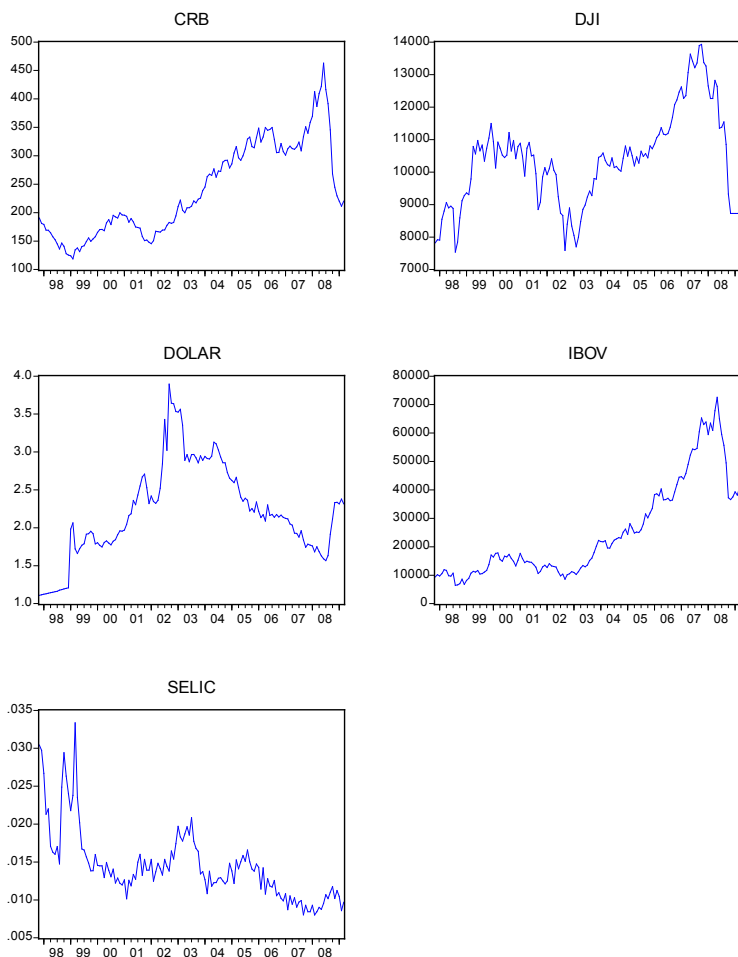


Gráfico 1: Base de dados utilizados na pesquisa

Os dados foram coletados na base de dados do Banco Central do Brasil (Bacen), no *site* <<http://www.bacen.gov.br>>, com exceção do índice CRB (Commodity Research Bureau), que é um índice ponderado das principais *commodities* negociadas no mercado internacional e apurado pela Reuters, disponível em <<http://www.crbtrader.com/crbindex/>>. O período estudado foi de novembro de 1997 a março de 2009, em um total de 137 observações, em decorrência da limitação da base de dados obtida no *site* <<http://www.bacen.gov.br>>. Os dados foram coletados mensalmente, de maneira a incorporar tendências de médio e longo prazo entre os preços de *commodities* e o Ibovespa, analisados estatisticamente no *software E-views 5.0*®.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 RESULTADOS PARA O MODELO DE REGRESSÃO POR MÍNIMOS QUADRADOS

Para verificar a influência do câmbio, da taxa básica de juros e do risco sistêmico na relação entre o índice CRB e o Ibovespa, foi utilizado um modelo de regressão com a forma funcional do modelo log-log, no qual a equação geral foi:

$$\text{LOG(IBOV)} = C + \beta_1 \text{LOG(SELIC)} + \beta_2 \text{LOG(DÓLAR)} + \beta_3 \text{LOG(CRB)} + \beta_4 \text{LOG(DJI)} + \varepsilon \quad (2)$$

Tabela 3: Resultado do modelo de regressão por mínimos quadrados

Variáveis	Coefficiente	Erro Padrão	Estatística-t	Prob.
C	-6.003398	1.284380	-4.674159	0.0000
LOG(SELIC)	-0.619256	0.081633	-7.585877	0.0000
LOG(DÓLAR)	-0.245940	0.057186	-4.300698	0.0000
LOG(CRB)	1.198646	0.062946	19.04231	0.0000
LOG(DJI)	0.754708	0.165103	4.571130	0.0000
R- quadrado	0.923218	Média var. dependente		9.925221

R- quadrado ajustado	0.920891	D. P. var. dependente	0.636738
E. P. da regressão	0.179091	Akaike info critério	-0.566036
Soma dos quad. resid.	4.233697	Schwarz critério	-0.459467
Log likelihood	43.77343	F-estatística	396.7881
Durbin-Watson estat.	0.430961	Prob. (F-estatística)	0.000000

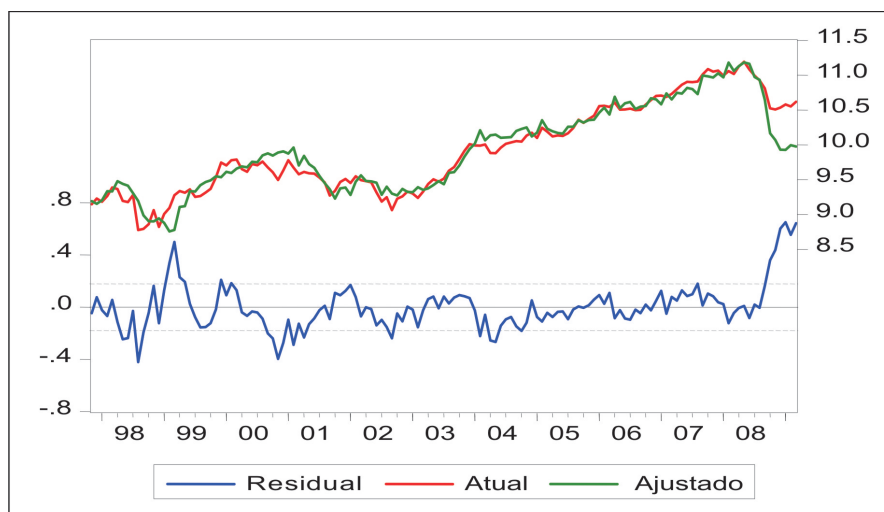


Gráfico 2: Modelo de regressão por mínimos quadrados

Observa-se, como resultado no modelo, um significativo poder de explicação por meio do coeficiente  $R^2$  igual a 92,32% e  $R^2$  ajustado igual a 92,08%. A variável Selic mostrou-se significativa apresentando sinal negativo como esperado; o coeficiente de regressão parcial da variável significa que, mantendo constante todas as outras variáveis, um aumento de um ponto percentual na variação da taxa Selic impacta negativamente em 0,619256 a variação do Ibovespa, e um aumento na taxa básica de juros de renda fixa (Selic) promove um desestímulo ao investimento no mercado de capitais. De forma similar, a variável Dólar mostrou-se significativa com um sinal negativo em seu coeficiente, pois, como esperado, verifica-se no mercado de capitais uma relação inversa entre a demanda por moeda americana e a demanda por ações de empresas brasileiras. Assim, mantendo-se constante todas as outras variáveis, o aumento de 1% da variação do dólar impacta negativamente a variação do Ibovespa em 24,59%. As variáveis CRB e DJI mostraram-se significativas e com sinais positivos em seus coeficientes, pois dado que as ações com maior representatividade no Ibovespa são de empresas exportadoras de *commodities*, pode-se verificar

que o resultado dessas empresas é, por sua vez, altamente correlacionado com a variável CRB. Esse considerável poder de explicação, apresentado pela variável CRB, justifica a alta relação dos preços das *commodities* com o Ibovespa.

Como se pode observar, os resultados indicaram consistência para o modelo de regressão múltipla. No entanto, constatou-se que a variável CRB apresentou uma estatística-t superior às demais variáveis explicativas, e a estatística Durbin-Watson e o correlograma indicaram a presença de autocorrelação, de maneira que foi especificado um modelo autorregressivo AR(1).

Tabela 4: Correlograma dos resíduos

Correlograma dos Resíduos						
Data: 14/04/09 Hora: 10:14						
Amostra: 1997M11 2009M03						
Observações Incluídas: 137						
Autocorrelograma	Correlograma Parcial	AC	PAC	Esta.-Q	Prob	
		1	0.651	0.651	59.364	0.000
		2	0.414	-0.017	83.536	0.000
		3	0.219	-0.077	90.339	0.000
		4	0.113	0.008	92.172	0.000
		5	0.003	-0.088	92.173	0.000
		6	-0.064	-0.038	92.772	0.000
		7	-0.086	0.003	93.849	0.000
		8	-0.111	-0.055	95.655	0.000
		9	-0.102	0.005	97.205	0.000
		10	-0.071	0.024	97.952	0.000
		11	-0.050	-0.019	98.322	0.000
		12	-0.010	0.038	98.339	0.000
		13	-0.018	-0.052	98.387	0.000
		14	-0.006	0.008	98.393	0.000
		15	0.013	0.032	98.420	0.000
		16	-0.007	-0.061	98.427	0.000
		17	0.021	0.068	98.499	0.000
		18	-0.031	-0.104	98.649	0.000
		19	-0.011	0.055	98.668	0.000
		20	-0.006	0.016	98.673	0.000

## 5.2 RESULTADOS PARA O MODELO AR(1)

A característica fundamental de um processo AR(1) resume-se no fato da observação atual estar correlacionada com a primeira observação anterior, ou seja, há uma correlação significativa na primeira defasagem (ou no primeiro *lag*). Assim, o modelo AR(1) especificado nesta pesquisa incorpora os efeitos da constante e da variação do CRB em um período anterior, no Ibovespa, e, também, incorpora o efeito de um choque anterior (mês anterior), no índice de *commodities* CRB sobre o referencial da Bovespa.

Tabela 5: Resultado do modelo AR(1)

Variáveis	Coefficiente	Erro padrão	Estatística-t	Prob.
C	7.295325	1.072336	6.803210	0.0000
LOG(CRB)	0.578497	0.155563	3.718744	0.0003
AR(1)	0.979951	0.017601	55.67464	0.0000
R- quadrado	0.978178	Média var. dependente		9.930938
R- quadrado ajustado	0.977849	D. P. var. dependente		0.635554
E. P. da regressão	0.094590	Akaike info critério		-1.856722
Soma dos quad. resid.	1.189982	Schwarz critério		-1.792473
Log likelihood	129.2571	F-estatística		2980.834
Durbin-Watson estat.	1.995991	Prob. (F-estatística)		0.000000
<i>Inverted AR Roots</i>	.98			

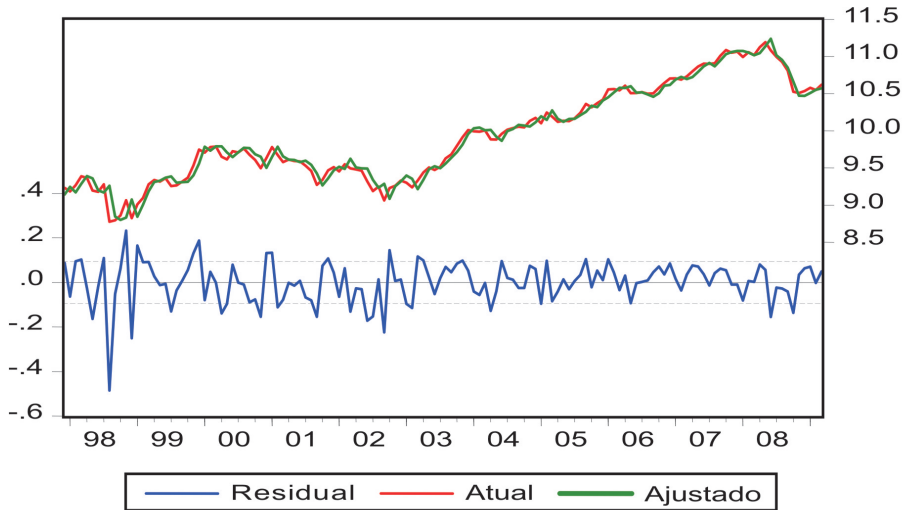


Gráfico 3: Modelo AR(1)

### 5.3 RESULTADOS PARA GARCH (2,1)

O modelo *Generalized Autoregressive Conditional Heterocedasticity* (GARCH) apresenta uma função linear da variância condicional, que inclui também variâncias passadas. Assim, a volatilidade das variáveis depende dos quadrados dos erros anteriores e também de sua própria variância em momentos anteriores.

O modelo GARCH (2,1) especificado nesta pesquisa apresentou os coeficientes significativos sem problemas de especificação do modelo. Contudo, ao compararmos os testes Akaike, Schwarz e a estatística  $F$  com os valores apresentados pelo modelo AR(1), verifica-se que o modelo anteriormente especificado (modelo AR(1)) é o que melhor se apresenta.

Tabela 6: Resultado do modelo GARCH (2,1)

---

 Variável dependente: LOG(IBOV)

Método: ML – ARCH

Data: 04/14/09 Hora: 10:20

Amostra (ajustada): 1997M12 2009M03

Observações incluídas: 136 após ajustamentos

Convergência alcançada após 14 iterações

Variância *backcast*: ON

GARCH = C(5) + C(6)\*RESID(-1)^2 + C(7)\*RESID(-2)^2 + C(8) \*GARCH(-1)

Variáveis	Coefficiente	Erro padrão	Estatística-t	Prob.
C	9.130719	2.517114	3.627455	0.0003
LOG(DÓLAR)	-0.698279	0.090659	-7.702283	0.0000
LOG(CRB)	0.428476	0.071841	5.964230	0.0000
AR(1)	0.995650	0.007774	128.0773	0.0000
Equação da variância				
C	2.01E-05	6.66E-05	0.301804	0.7628
RESID(-1)^2	0.454637	0.012947	35.11555	0.0000
RESID(-2)^2	-0.454342	0.003619	-125.5409	0.0000
GARCH(-1)	0.991470	0.022080	44.90341	0.0000
R- quadrado	0.977987	Média var. dependente		9.930938
R- quadrado ajustado	0.976783	D. P. var. dependente		0.635554
E. P. da regressão	0.096841	Akaike info critério		-2.201722
Soma dos quad. resid.	1.200398	Schwarz critério		-2.030389
Log likelihood	157.7171	F-estatística		812.3781
Durbin-Watson estat.	2.153773	Prob. (F-estatística)		0.000000
<i>Inverted AR Roots</i>	1.00			

---

Contudo, o modelo identificou uma consistência na especificação para a variância ao incorporar dois choques defasados no termo de erro e uma defasagem na variância, o que pode ser verificado pela estatística *t* vinculada a cada termo apresentado na Tabela 3. Assim, o modelo AR(1) foi a especificação mais consistente para explicar a variação mensal do Ibovespa por meio do índice CRB. Além disso, pelo GARCH (2,1) verificou-se a regressão para a variância do Ibovespa, o que constituiu em mais uma evidência empírica para a relação entre o índice do mercado internacional de *commodities* e o da bolsa brasileira.

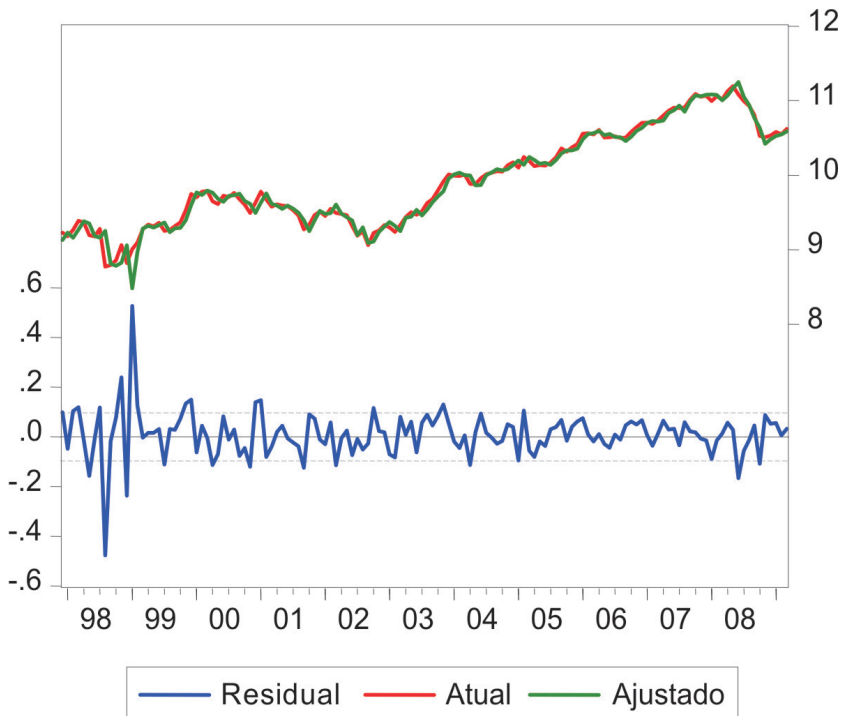


Gráfico 4: Modelo GARCH (2,1)

## 6 CONCLUSÃO

A partir dos modelos avaliados, pôde-se constatar uma relação entre o CRB e o Ibovespa, o que constitui em um indício empírico da relação entre o preço das *commodities* no mercado internacional e as principais ações da Bovespa. Cabe ressaltar que a essa constatação também se considerou influências do Dow Jones, câmbio e taxa básica de juros.

Os resultados foram obtidos por meio de dados mensais, de forma que os preços internacionais das *commodities* apresentam reflexos sobre a variação das principais ações brasileiras. Isso deve ser considerado no delineamento de estratégias de investimento, principalmente aquelas que busquem a elaboração de uma diversificação entre alternativas de aplicação existentes no mercado financeiro, no caso a significativa relação entre o Ibovespa e o índice CRB, visto que ambos são negociados em mercados à vista, futuro, a termo, fundos de investimento indexados.

A utilização de investimentos que apresentem correlação positiva com o Ibovespa, conjuntamente com ativos correlacionados ao índice CRB, podem também apresentar correlação significativa, o que pode comprometer políticas de investimento voltadas para a redução da volatilidade de uma carteira. Isso decorre da relevância das *commodities* para ambos os índices, visto que o CRB é baseado na variação dos preços das *commodities* e as principais ações da Bovespa são de empresas que atuam nesse setor econômico.

Analisando macroeconomicamente o período estudado, pode-se dividi-lo em três fases: de 1998 a 2002, de 2002 a meados de 2007 e de meados de 2007 a 2009. No primeiro período, observou-se uma relação direta entre os preços internos das *commodities* e o Ibovespa. Tal período pode ser caracterizado por uma volatilidade, não sendo permitido definir um padrão de elevação ou redução das variáveis apresentadas. No segundo período, observou-se um forte aumento nos preços internos das *commodities*, o que influenciou na valorização do preço das ações que compõem o Ibovespa; e, posteriormente, no terceiro período, devido à influência da crise de títulos *subprime*, verificou-se uma redução nos preços internacionais das *commodities*, interferindo na queda dos preços das ações do Ibovespa.

O efeito do preço das *commodities* sobre o Ibovespa, verificado na recente crise de crédito americana, deveu-se à redução da demanda de matérias-primas no mercado internacional, impactando no valor de mercado das principais empresas brasileiras produtoras de *commodities*. Essa relação de desvalorização conjunta também se verificou em 2002, assim como a tendência altista do CRB e do Ibovespa, entre 2002 e 2007, demonstrando uma correlação entre os preços internacionais das *commodities* e a Bolsa de Valores de São Paulo.

### ***Analysis of the influence of international Commodity Prices on the Bolsa de Valores de São Paulo – BOVESPA***

#### *Abstract*

*This study aimed to quantify the importance of international commodity prices on the Bolsa de Valores de São Paulo — BOVESPA. To quantify this effect were carried out econometric estimations to evaluating the relationship between the share price index (Ibovespa) and the prices of commodities in the international market. As proxy for commodity price index was used Commodity Research Bureau (CRB) which is a weighted index of the main commodities traded in the international market and estimated by Reuters. The study period was from November 1997 to March 2009. We tried to capture the specific effect of commodities*

*on the Ibovespa, for it were included as exogenous variables, the Dow Jones, with the function to capture the systemic risk of the market, the interest rate of the Special Settlement and Custody of Brazil (Sistema Especial de Liquidação e Custódia — SELIC) for incorporate the interest rate of brazilian fixed income and the dollar, to capture the influence of the foreign exchange market. It was used an ordinary least squares regression model (OLS model) to assess the relations for the variables and this model has demonstrated consistent. Subsequently we estimated an autoregressive model (AR(1)) and a generalized autoregressive conditional heterocedasticity model (GARCH(2,1)), which also showed consistent, but the model AR(1) presented further specified to assess the relationship between the CRB and the Ibovespa.*

*Keywords: Commodities. CRB index. Econometric models.*

## REFERÊNCIAS

BALARIE, E. Commodities for Every Portfolio: How You Can Profit from the Long-Term Commodity Boom. **John & Sons Incorporated**, 2007.

BURRELL, G.; MORGAN, G. Sociological Paradigms and Organizational Analysis. London: **Heinemann Educational Books**, 1979.

FREITAS, M. C. P.; PRATES, D. M. Investimentos estrangeiros nos sistemas financeiros latino-americanos: os casos da Argentina, do Brasil e do México. **Revista de Economia Contemporânea**, Rio de Janeiro, v. 12, n. 2, ago. 2008.

FUNDO MONETÁRIO INTERNACIONAL. **Assessing Risks to Global Financial Stability**. Disponível em: <<http://www.imf.org/External/Pubs/>>. Acesso em: 07 abr. 2008.

JOHNSTON, J.; DINARDO, J. **Econometric Methods**. 4. ed. McGraw-Hill, Oct. 1996.

MALHOTRA, N. K. **Pesquisa de Marketing: uma orientação aplicada**. Porto Alegre: Bookman, 2001.

PRATES, D. M. A alta recente dos preços das commodities. **Revista de Economia Política**, São Paulo, v. 27, n. 3, set. 2007.

PYNDICK, R. S.; RUBINFELD, D. L. **Econometric Models and Economic Forecasts**. New York: McGraw-Hill, 1998.

TORRES FILHO, E. T. Entendendo a crise do subprime. In: **Visão do Desenvolvimento**. n. 44. Rio de Janeiro: BNDES, 2008.

WACKER, T. Entenda o subprime. **UBS Wealth Management Research**. São Paulo: 2008.

WORLD TRADE ORGANIZATION. **World Trade Report**. Geneve: 2003.

Recebido em 2 de março de 2010  
Aceito em 8 de fevereiro de 2011