



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CAEN – PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA
MESTRADO EM ECONOMIA

ABRAHÃO SCARCELA DE CARVALHO NETO

INTERDEPENDÊNCIA ENTRE MERCADOS FINANCEIROS NO BRIC:
Uma Abordagem com Quebras Estruturais

FORTALEZA

2015

ABRAHÃO SCARCELA DE CARVALHO NETO

INTERDEPENDÊNCIA ENTRE MERCADOS FINANCEIROS NO BRIC:

Uma Abordagem com Quebras Estruturais

Dissertação de Mestrado apresentada ao CAEN – Programa de Pós-Graduação em Economia da Universidade Federal do Ceará como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Economia. Área de Concentração: Métodos Quantitativos, com ênfase em Finanças

Orientador: Doutor Roberto Tatiwa Ferreira

FORTALEZA

2015

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

C321i Carvalho Neto, Abrahão Scarcela de.
Interdependência entre Mercados Financeiros no BRIC: : Uma Abordagem com Quebras Estruturais /
Abrahão Scarcela de Carvalho Neto. – 2019.
51 f. : il. color.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Faculdade de Economia, Administração,
Atuária e Contabilidade, Programa de Pós-Graduação em Economia, Fortaleza, 2019.
Orientação: Prof. Dr. Roberto Tatiwa Ferreira.

1. Interdependência Econômica. 2. Índices de Ações. 3. Cointegração. 4. Quebra Estrutural. 5. Seleção de
portfólios. I. Título.

CDD 330

INTERDEPENDÊNCIA ECONÔMICA NO BRIC:

Uma Abordagem com Quebras Estruturais

Dissertação de Mestrado apresentada ao CAEN – Programa de Pós-Graduação em Economia da Universidade Federal do Ceará como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Economia. Área de Concentração: Métodos Quantitativos, com ênfase em Finanças

Orientador: Doutor Roberto Tatiwa Ferreira

Aprovada em 14 de janeiro de 2015.

BANCA EXAMINADORA

Dr. Roberto Tatiwa Ferreira (Orientador)

Dr. Guilherme Diniz Irffi

Leandro de Almeida Rocco, Phd

FORTALEZA

2015

Ao meu tio, Dr. Emídio César Viana, sua história será exemplo por toda minha vida.

Agradecimentos

Agradeço a Jesus por toda sua graça, iluminação e companhia perene.

Ao meu pai João Viana por tudo que me deu e seu apoio nos momentos mais difíceis, você é um PAI verdadeiro. A minha mãe Rosa Maria, por seus esforços em minha criação, sua garra me fez mais forte. Amo vocês!

A todos que compõem o CAEN – Centro de Pós Graduação em Economia, o corpo docente, servidores e alunos, na pessoa de seu coordenador Fabrício Linhares.

Ao meu orientador, grande mestre Roberto Tatiwa, pela atenção, paciência e ensinamentos. Sua objetividade, sua experiência, seu direcionamento e atenção aos detalhes, dão a cientificidade necessária a esta obra.

A eminente banca, onde suas críticas e orientações fizeram grande diferença no texto final deste trabalho.

Aos meus colegas de Mestrado e Doutorado, pelo compartilhamento de ideias, ajudas e espírito competitivo que engrandeceram meus esforços acadêmicos.

A minha querida Emylle que, em pouco tempo, conseguiu mudar meus conceitos. Pelo apoio emocional nos momentos bons, mormente nos de dúvidas e temores. Sua companhia me eleva a lugares indescritíveis. A Sua perseverança, seu foco nos estudos me inspiram a seguir em frente.

A minha amada avó Celeste que me deu o AMOR MAIOR em vida. Sua falta estará sempre presente. O amor eterno é pouco tempo para tamanho sentimento.

O Novo Leviatã

A economia encontra relevância ao modelar as relações sociais. Toda escolha realizada por cada um dos agentes econômicos é pautada na satisfação de seus interesses imediatos. Assim, temos relações em que há uma escolha, e desta escolha advém efeitos futuros que podem ser benéficos ou não. Tal incerteza é possivelmente a raiz de todos os problemas econômicos. É justamente essa incerteza que tentamos modelar, ou pelo menos queremos determinar algumas “propriedades” que ela deve apresentar para poder ser “tratável” dentro de um Modelo Econométrico. A incerteza recebe vários nomes, e.g., erro médio, choque, volatilidade..., a depender do tipo de estudo que se deseja realizar. Porém os princípios matemáticos são os mesmos e as dificuldades metodológicas surgem devido à impossibilidade de modelar as relações humanas através de funções determinísticas. Esse é o diferencial de um sistema estocástico e o motivo para a presença de teorias divergentes ou mais de uma solução para o mesmo problema econômico. Um grande economista uma vez disse que a Ciência Econômica é a única capaz de premiar duas pessoas com um Nobel por dizerem exatamente coisas opostas.

Nesse sentido, a experiência como aluno de Mestrado Acadêmico nos últimos dois anos, me levam a afirmar que: *“Em épocas de bonança um milhão de economistas valem menos do que cem bons vendedores, no entanto em períodos de Crise Econômica, de um só economista pode depender toda uma nação”*. A Economia é a única ciência capaz de fornecer as bases para um plano nacional que possa reestruturar o quadro econômico e mudar a realidade de um País inteiro.

Existe um país em que o atual governo mostra-se incapaz de gerenciar seus custos financeiros e políticos, impondo a toda sociedade o “pagamento” pelos desmandos ocorridos nos últimos doze anos. Essa conta é alta, devido ao seu alto “custo político”. O partido representado pelo presidente anterior, ou melhor, o presidente anterior que representou o seu partido, não possuía condições de governabilidade, pois não possuía maioria no congresso, e precisou fazer acordos escusos com os parlamentares para obter “apoio”. Assim, surgiu o “segundo maior” escândalo político dessa nação, que consistia no pagamento de mensalidades a deputados e senadores para aprovações de leis. Era o segundo maior escândalo, pois já havia outro esquema de corrupção ativo, envolvendo grandes empreiteiras e a empresa petrolífera controlada pelo governo.

O esquema de pagamento de propina à pessoas do governo e aos partidos governantes, para a realização dos contratos da petrolífera, se tornou o maior escândalo de corrupção deste País e do Mundo. Isso não significa que o partido governista inventou a

corrupção, ou que não existia corrupção nos governos anteriores, porém a magnitude e o escalão de agentes do governo, inclusive políticos e empresas envolvidas, é sem precedentes na história daquela nação. Têm-se um histórico de corrupção arraigada em sua sociedade, o que faz certas pessoas afirmarem que: “Isso sempre existiu e vai existir!”.

O congresso é dominado por um só partido há muitos anos. Desde que teve-se a volta da “Democracia” com as Eleições Diretas, o mesmo partido permanece no poder. Já sucedeu um presidente, morto um dia antes de sua posse; sucedeu outro Presidente, que renunciou antes de sofrer Impeachment; governou juntamente com o Presidente de outro partido, agora de oposição, por oito anos e juntos forjaram a reeleição. Quando o partido dito de “esquerda” subiu ao poder sobre os braços do Povo, estava presente em sua coligação. Aquele pode ser chamado de “partido de situação”, pois sempre está no poder. É esse partido que detém a maioria no Congresso e possui ambas as presidências das casas, Câmara dos Deputados e Senado Federal, além da atual Vice-Presidência da República.

Alguns setores da sociedade articulam manifestações populares, para mostrar a sua indignação com o quadro econômico e político vivido pelo Novo Leviatã. Tais movimentos não possuem lideranças que possam ser consideradas uma “opção política”, e acabam por não efetivarem seus anseios, fadando seus movimentos a total inutilidade.

O governo colocou toda a confiança no plano econômico de um famoso Economista, formado numa escola de renome internacional. Aparentemente, depois da balburdia financeira realizada por políticos, empresas e famílias, um economista pode ter a chave para tirar a tal nação da Crise Econômica. Essa crise já era esperada desde que o governo do Presidente anterior reagiu aos movimentos críticos, surgidos no setor externo, com desdém e incentivou o consumo, os gastos governamentais e subsídios para enfrentar a “marolinha”.

Qualquer estudante do primeiro semestre de economia sabe que o aumento dos gastos do governo é uma solução de curto prazo, que possui impacto positivo no PIB, porém insustentável a médio e longo prazo, pois o crescimento deve ser baseado no aumento dos investimentos de capital financeiro e humano. Portanto, “o modelo” que o governo anterior resolveu tinha apenas o objetivo de passar a crise para o próximo governo e assim ter a possibilidade de garantir a reeleição. A “sensação” de crise foi evitada ao ponto de conseguirem, através do engodo, reelegerem-se duas vezes.

O Partido dito de “esquerda”, com o seu “líder supremo”, governou durante oito anos e conseguiu eleger a sucessora, alguém sem qualquer experiência política, que não havia participado de pleitos sequer para vereadora, no entanto, o então presidente “mandou votar nela”, foi o que a maioria fez. Essa presidenta deveria ter feito as “reformas econômicas”

necessárias, impopulares talvez, para diminuir os gastos públicos, e estabilizar a economia do país, depois de altos gastos públicos incorridos no governo anterior. Não o fez, manteve e aumentou os gastos públicos e o assistencialismo sem critério.

Uma hora a conta chegaria, mas antes disso realizou-se o “Maior espetáculo da Terra” em “círculos armados” com toda a grandeza que só a política da *Panis et Circenses* romana apresentara. Mais gastos desmedidos, alta corrupção, desvios de verbas, construtoras fazendo shoppings centers e a população embriagada sob os “enormes benefícios” que o partido vermelho trazia.

As eleições mostraram toda a tática de dominação das massas, antes vistas somente em partidos nacionalistas socialistas de nações arianas. Publicitários tomaram as rédeas da sociedade e dirigiram uma campanha política pautada na desconstrução dos candidatos de oposição, negativas dos escândalos envolvendo o governo e respostas prontas, que reverberavam nas conversas entre os súditos do Novo Leviatã.

O Projeto de Poder mais uma vez colocou-se em toda atividade para ludibriar a população e findou na reeleição da Presidenta. Ela afirmava que seus adversários, fariam cortes de gastos públicos, cassariam direitos trabalhistas, aumentariam a taxa de juros, os impostos o desemprego... Sendo exatamente isso que seu governo fez em seus primeiros dias. O governo já sabia que as condições da economia exigiam tais ações para o enfrentamento da Crise, porém era preciso negar e apontar os demais, como aqueles que iriam realizar “as reformas impopulares”, para a consecução da vitória nas urnas.

No período em que vos escrevo, está ocorrendo a tentativa do governo de realizar as reformas devidas para se tentar retirar a economia da recessão, forjada sob negociatas de politikeiros facínoras e empresários mercenários. No entanto, o famoso economista, convocado para tarefa tão nobre, não possui a “popularidade” necessária para se acreditar que suas manipulações terão os efeitos requeridos. A economia não é um submarino onde bastam algumas regulações de manivelas para se emergir a superfície. É necessário que a população tenha consciência de seu papel e conheça os objetivos traçados pelo governo. Não há espaço para modelos que considerem os agentes ignorantes. A política econômica além de crível deve ser debatida, com a participação dos setores da sociedade, para que assim seja concebido um plano verdadeiramente “nacional” de enfrentamento da Crise.

Caso o governo do Novo Leviatã ignore essas condições condenará toda a nação a recessão e todos os males sociais que a acompanham. É inadmissível que essa sociedade esteja fadada a assumir este destino fatal e nada faça contra tal corja política. Já passou da

hora de cada um assumir sua responsabilidade sobre sua vida e sobre a evolução daquela sociedade.

(Abrahão Scarcela)

RESUMO:

O multilateralismo, via acordos e alianças comerciais entre países que compartilham princípios macroeconômicos convergentes, pode ser considerado uma nova forma de governança global. A aliança comercial entre as economias emergentes do Brasil, Rússia, Índia e China (BRIC), destaca-se por se tratar dos países com alto potencial de crescimento, tendendo a se tornar um dos blocos econômicos mais influentes no longo-prazo. Este trabalho investiga a interdependência econômica através de testes de cointegração e da análise da decomposição da variância do erro de previsão de vetores autorregressivos de correção de erro, aplicados aos índices do mercado de ações dos países componentes do BRIC. Devido as características das séries investigou-se a presença de quebra estrutural para melhor especificar o modelo. Os resultados mostram que as séries cointegram apenas após a consideração da quebra estrutural. O vetor de cointegração mostrou relação da China e Índia oposta a Brasil e Rússia. A decomposição da variância revela que a bolsa chinesa explica até 14% da variância do erro das bolsas brasileira e indiana. Os choques na bolsa chinesa são explicados em 98% pelos próprios choques. A bolsa indiana é a mais afetada pelas demais. A intensidade da resposta da bolsa indiana aos choques na bolsa brasileira atingem valores em torno de 80%. Estas informações ampliam o conhecimento das relações econômicas no BRIC e podem guiar os formadores de políticas públicas que podem coordenar suas ações, bem como permitem aos investidores a diversificação de seus *portfolios* ao considerarem a ausência de interdependência econômica entre os mercados.

Palavras Chave: Interdependência Econômica, Índices de Ações, Cointegração, Quebra Estrutural, Seleção de *portfolios*.

ABSTRACT

Multilateralism, performed by trade agreements and alliances between countries that share convergent macroeconomic principles, can be considered a new form of global governance. The commercial alliance between the emerging economies of Brazil, Russia, India and China (BRIC), stands out because it is the high growth potential countries, tending to become one of the most influential economic blocs in the long run. This paper investigates the economic interdependence through cointegration tests and analysis of variance decomposition of the vector autoregressive prediction error of error correction, applied to the indices of the stock component of the BRIC market. Due to the characteristics of the series investigated the presence of structural break to further specify the model. The results showed that the series cointegrate only after consideration of structural break. The cointegration vector was related China and India opposed to Brazil and Russia. The decomposition of variance showed that the Chinese stock market explains up to 14% of the error variance of the Brazilian and Indian exchanges. Shocks in the Chinese market are explained in 98% by own shocks. The Indian stock market is the most affected by the other. The intensity of the Indian stock market response to shocks in the Brazilian market reach values around 80%. This information broaden the knowledge of economic relations in the BRIC and can guide policy-makers who can coordinate their actions and allow investors to diversify their portfolios by considering the absence of economic interdependence between markets.

Keywords: Economic Interdependence, Stock Indices, Cointegration, Structural Break, Portfolio selection.

SUMÁRIO

SUMÁRIO	xii
1 INTRODUÇÃO	13
2 REFERENCIAL TEÓRICO E EMPÍRICO	16
2.1 Hipótese de Eficiência do Mercado	16
2.2 Interdependência Financeira (Seleção de <i>Portfolio</i> e <i>Price Discovery</i>).....	17
2.3 Ferramental Analítico	22
3 METODOLOGIA	25
3.1 Testes de Quebra.....	25
3.2 Testes de Raiz Unitária e Eficiência de Mercado	25
3.3 Modelos de Vetores Autorregressivos	27
3.4 Modelagem do Price Discovery.....	29
4 RESULTADOS	33
4.1 Resultados dos testes de quebra estrutural.....	33
4.2 Resultados dos testes de raiz unitária	35
TABELA 1 - Resultados dos testes de Raiz Unitária (BNLT - EasyReg)	35
4.3 Estimação do Vetor de Cointegração	36
TABELA 2.1 - Resultados dos Testes de Cointegração	36
TABELA 2.2 Resultados do Vetor de Cointegração*	37
4.4 Diversificação de <i>Portfolios</i>	37
4.5 Contabilização da Inovação (<i>Innovation Accounting</i>).....	39
4.5.1 Resultado da Decomposição de Variância (FEV).....	39
4.5.2 Resultado da Função Impulso Resposta	41
5 CONCLUSÃO	44

1 INTRODUÇÃO

A soberania estatal e o respeito à autodeterminação dos povos emergem a necessidade de formação de acordos e tratados internacionais, que fundamentam as relações entre os países signatários. Os acordos possuem o objetivo de estipular direitos e obrigações entre pessoas jurídicas de direito internacional, podendo versar sobre várias questões: militares, políticas, jurídicas, comerciais e outras que apresentem relevância externa. Os acordos de comércio contêm cláusulas que visam melhorar as relações econômicas entre os países e formam a moldura jurídica que será utilizada na construção de contratos comerciais entre os súditos.

Os marcos regulatórios, realizados pelos formadores de política, podem influenciar as relações entre os países e apresentam consequências econômicas relevantes, pois influenciam na tomada de decisão dos investidores. A investigação da relação existente entre as economias pode guiar os formadores de política na realização de seus acordos, inclusive na coordenação das políticas econômicas anticíclicas durante períodos de crise. Caso as economias apresentem-se integradas por canais permanentes, os *spillovers* adversos são inevitáveis, entretanto a consciência da existência destes canais pode levar a reação conjunta e integrada no mesmo sentido, podendo resultar em uma mitigação dos ciclos negativos.

A reestruturação econômica, iniciada após a II Guerra, levou os países a articularem-se conjuntamente através de acordos bilaterais e multilaterais de favorecimento do livre-comércio. Estes movimentos geraram a formação das Alianças Econômicas, tornando os países mais integrados, compartilhando movimentos de crescimento e de recessão. A formação dessas alianças pode ser considerada uma nova forma de governança internacional, onde o compartilhamento de informações e os acordos de comércio tendem a favorecer a integração econômica dentro do grupo.

A formação de alianças econômicas é um tipo de regionalização que apresenta a finalidade de desenvolver o comércio internacional por meio de um acordo entre os estados, i.e., é um processo institucional de iniciativa estatal com foco no favorecimento comercial. Nesse contexto, BRIC¹ destaca-se como aliança (ou bloco) internacional. Esse é um acrônimo

¹ A primeira cúpula do BRIC ocorreu em 16 junho de 2009. Atualmente o bloco é chamado BRICS, composto também pela África do Sul. Sua entrada deu-se em 2010, por uma decisão mais política do que comercial, dado que o PIB sul-africano é ¼ vezes o PIB da Rússia (País com menor PIB do Grupo). Optou-se pela exclusão desse país deste estudo.

criado pelo economista Jim O'Neill², que indicou a possibilidade dos países Brasil, Rússia, Índia e China (BRIC) tornarem-se as *top four* potências econômicas até 2050. Sua relevância deve-se ao fato deste conjunto ocupar cerca de um quarto da área do planeta, concentrando mais de um terço da população e um quinto do PIB mundial.

O objetivo deste trabalho é verificar se há interdependência financeira entre os países do BRICs, por meio da análise da dinâmica dos seus índices de preços do mercado de ações. A interdependência pode ser entendida como a existência de relações de longo-prazo entre as variáveis. Entretanto, como essas variáveis estão sujeitas a mudanças estruturais geradas por crises econômicas, o presente estudo pretende contribuir para esse tema ao utilizar uma metodologia empírica que considere a possibilidade dessas mudanças. Nesse sentido, utiliza-se a metodologia dos testes de cointegração com o objetivo de testar a interdependência.

A constatação de interdependência financeira pode revelar qual mercado guia os demais, transbordando os seus efeitos de crescimento e recessão para outros países. Entretanto, a ausência de interdependência pode beneficiar a diversificação de *portfolios*, pois permite aos investidores equilibrarem as relações de risco/retorno de sua carteira, ao combinarem ações de mercados não dependentes.

Além de verificar se há a interdependência entre esses mercados, a metodologia utilizada pode guiar os formadores de política e permitir que os investidores ajustem seus portfólios, considerando as características de longo-prazo das ligações entre os mercados na diversificação dos ativos. Pretende-se determinar a proporção e o sentido das respostas aos choques nas variáveis selecionadas, as quais são compostas pelos índices de capitalização bursátil dos países formadores do bloco econômico BRIC: Brasil (IBOVESPA - São Paulo Exchange Index) Rússia (RTS - Russian Trading System Index of Moscow), Índia (SENSEX30 - Bombay Stock Exchange), China (SSE - Shanghai Stock Exchange Composite Index). A análise considerou o período entre janeiro de 2000 a dezembro de 2013.

O trabalho está organizado em cinco seções incluindo esta introdução. A seção dois contém o referencial teórico e empírico, apresentando a discussão tradicional de interdependência e descoberta de preço. A seção três determina a metodologia e traz uma aplicação dos testes de quebra estrutural, raiz unitária, cointegração, estimação do VEC e a

² Chefe de pesquisa em economia global do grupo financeiro Goldman Sachs "Building Better Global Economic BRICs

apresentação dos dados. Os resultados dos testes estão na seção quatro. A quinta e última seção contém a conclusão.

2 REFERENCIAL TEÓRICO E EMPÍRICO

2.1 Hipótese de Eficiência do Mercado

A Hipótese de Eficiência de Mercado (HEM) apresenta-se em duas versões, forte e fraca. A Hipótese forte de Eficiência de mercado, afirma que os preços dos títulos devem refletir toda a informação disponível, dado que os custos de negociação e de aquisição de informação são zero. A hipótese fraca diz que os preços refletem informações do ponto onde os benefícios marginais de agir sobre a informação (os lucros a serem realizados) não excedam os custos marginais.

A “versão forte” falha caso exista custos na aquisição de informação ou de negociação. Essa versão, apesar de simplificada, serve como *benchmark* para se determinar quais os custos de transação e de informação são razoáveis na observação empírica de um mercado real. Isso permite concentrar-se na tarefa mais interessante de mostrar as evidências sobre o ajustamento dos preços a vários tipos de informação.

Não se pode testar a hipótese de eficiência de mercado isoladamente. Fama (1991), afirma que só se pode testar a hipótese de eficiência de mercado se as informações são corretamente refletidas em um contexto de modelo de precificação de ativos definido de maneira "apropriada". Como resultado disso, quando encontramos evidências anômalas sobre o comportamento dos retornos, a explicação disso é ambígua, pode ser a prova de ineficiência do mercado ou uma má especificação do modelo de equilíbrio de mercado. (FAMA, 1991, p. 1576).

A hipótese de eficiência de mercado pode ser testada estatisticamente, e.g., testes de autocorrelação, raízes unitárias e cointegração. Destaca-se que a autocorrelação é considerada em séries estacionárias e a cointegração deve ser investigada se as séries apresentarem raiz unitária. Ao se determinar que as séries seguem um passeio aleatório através do teste de raiz unitária, pode-se confirmar a HEM. Se os ativos são considerados individualmente, pode-se utilizar o teste de raiz unitária diretamente. Caso seja considerado dois ativos ou mais, em séries não estacionárias, deve-se verificar a hipótese de cointegração.

Deve-se formular a HEM com “base na teoria econômica aplicada em cada tipo de mercado”. Há casos em que o mercado é eficiente se ocorre cointegração, e.g., taxa *spot futura* deve cointegrar com as projeções das taxas futuras, porque a “taxa futura” é um previsor

da taxa *spot* futura;³ Gujarati (2011), mostra que as taxas de letras do Tesouro norte-americano de 3 e 6 meses, são cointegradas, se não os arbitadores poderiam explorar as discrepâncias entre as taxas de curto e longo prazo⁴. No entanto, outros casos o mercado é considerado eficiente se não ocorrer cointegração, e.g., Maddala (2003), explica que não deve ser possível a previsão do preço do ouro a partir do preço da prata; as taxas de câmbio *spot* entre moedas diferentes não devem cointegrar em um mercado eficiente. Nota-se que consideração da teoria econômica correta evita conclusões ambíguas sobre a HEM.

As considerações de eficiência de mercado são realizadas por meio dos preços de um ativo específico, ou o seu retorno isoladamente. A forma de se testar a eficiência de mercado com duas ou mais ações é através de um *portfólio*, i.e., a formação de uma carteira teórica composta associa os riscos e retornos dos ativos e formam um novo dado, o retorno da carteira. Esse retorno, pode ser comparado em um determinado intervalo de tempo e permite o estudo de sua autocorrelação.

Há critérios na escolha dos componentes da carteira. Quando se deseja diversificação financeira, deve-se optar por variáveis que sejam não correlacionadas. Se as variáveis são não estacionárias, deve-se optar por ativos que não apresentem equilíbrio no longo prazo, i.e., não cointegrem. Dessa forma, pode-se compensar as relações entre risco e retorno e auferir os benefícios da diversificação. Por outro lado, se a investigação visa medir eficiência de mercado através da busca por variáveis que ajudem a prever outras, notadamente deve-se buscar variáveis com o maior grau de correlação possível, i.e., há viés na seleção das variáveis, e a confirmação de previsibilidade revela a correlação.

2.2 Interdependência Financeira (Seleção de *Portfolio* e *Price Discovery*)

De acordo com o conceito de diversificação de *portfolio* proposto por Markowitz (1952), deve-se diversificar os investimentos para a adequada gestão das variáveis risco e retorno em carteiras de ativos. Esse conceito pressupõe a existência de “imperfeições no mercado”, portanto deve existir um *portfolio* diversificado o qual seja preferível a todos os outros *portfolios* não-diversificados⁵.

A diversificação é realizada ao se considerar a maximização do retorno do ativo e a minimização da variância desse retorno, através de algum critério estatístico. A relação entre

³³ Maiores detalhes ver Maddalla, (2003, p. 303).

⁴ Maiores detalhes ver Gujarati (2011, p. 761, exemplo 21.4)

⁵ Maiores detalhes em (Markowitz, 1952, p. 77)

os ativos deve permitir a formação de uma carteira equilibrada, i.e., na tentativa de diminuir a variância, não é o suficiente investir em muitos títulos. Destaca-se que é necessário evitar investir em títulos com altas covariâncias entre si, e.g., investir em empresas do mesmo setor. A diversificação de ativos de empresas de vários setores, especialmente das indústrias com diferentes características econômicas, apresenta covariâncias mais baixas do que uma carteira concentrada em empresas de uma mesma indústria. (MARKOWITZ, 1952)

Pode ocorrer diversificação entre ações de empresas de setores diferentes, entre ações de um mesmo produto em países diferentes, ou outra forma que maximize a relação retorno/risco. Santos e Coelho (2010), destacam, entre as alternativas de diversificação, a migração de recursos para carteiras compostas por ativos, títulos ou índices internacionais. Esse efeito é explicado por fatores de acesso às informações, que ocorre por meio do aprimoramento de recursos computacionais para cálculos financeiros e estatísticos, mormente por fatores jurídicos e contábeis⁶, e.g. marco regulatório. Esses fatores pressupõem uma maior integração entre os mercados doméstico e internacional, na busca por oportunidades de investimentos que possibilitem a melhor combinação entre as variáveis risco e retorno em carteiras de ativos. Países que possuem mercados integrados devem buscar a harmonização de suas regras internas com as regras de regulação internacional. A solução para isso seria a uniformização de suas leis aplicadas ao mercado de capitais, permitindo que IED (Investimento estrangeiro Direto) apresente maior participação na composição da riqueza dos mercados envolvidos.

A integração entre os mercados doméstico e internacional determina a formação dos preços. Entretanto, deve-se determinar se a diversificação internacional compensa os riscos de se localizar os investimentos no mercado doméstico. Karolyi e Stulz (2003), concentram-se na investigação da influência de fatores externos na escolha de *portfolio* e na precificação de ativos. A literatura tem fornecido evidências claras de que os prêmios de risco do mercado nacional são determinados internacionalmente. Destaca-se entre os fatores internacionais, que afetam os retornos dos ativos, as taxas de câmbio e a paridade do poder de compra. Os modelos que consideram os “mercados financeiros perfeitos”⁷ não explicam fatos estilizados importantes nas finanças internacionais, como o viés de doméstico e a volatilidade dos fluxos de capitais. A consideração de informações de mercado imperfeito, e.g. barreiras

⁶ Desregulamentação e a queda de barreiras econômicas entre os países e a padronização da estrutura de contas das demonstrações financeiras das empresas.

⁷ Neste conceito, é o mesmo que ausência de externalidades.

ao investimento internacional, assimetrias de informações entre investidores locais e estrangeiros, ajuda a compreender melhor esses fatos, apesar da análise ainda ser incompleta. Destaca-se que o efeito-contágio⁸ é uma realidade a ser considerada pelos formadores de política.

Santos e Coelho (2010), investigaram se a formação de carteiras compostas por ativos internacionais pode proporcionar relações de Risco e Retorno mais vantajosas para o investidor. Comparou-se dados de 1996 a 2000 com dados de 2003 a 2007. Foi realizada a diversificação para o grupo BRIC e os países desenvolvidos (EUA, Reino Unido e Japão). As carteiras teóricas consideraram, os blocos isoladamente, e entre os EUA e o BRIC, e entre os dois blocos. A carteira que apresentou melhor relação Risco/retorno foi a composta pelos índices do mercado acionário dos Estados Unidos e dos países integrantes do BRIC. A adição destas carteiras gerou menor covariância, ou seja menor exposição ao risco por unidade de retorno. A metodologia utilizada constou do cálculo dos retornos das diversas carteiras e a posterior comparação entre suas covariâncias.

Paramati e Roca (2012), realizaram um estudo para verificação das relações de longo-prazo entre o mercado da Austrália com o de dois grupos de países, os desenvolvidos (Japão, Hong Kong, Singapura) e o grupo em desenvolvimento (China, Índia, Coreia do Sul e Malásia). A amostra foi dividida em períodos considerados, antes, durante e após a crise. A metodologia utilizada para o estudo das relações de longo-prazo considerou os Testes de Cointegração de Engle-Granger e o Teste de Cointegração bivariada de Johansen. Apesar de indícios do aumento das relações entre Austrália e os países da Ásia após a Crise, apenas o teste bivariado de Johansen confirmou a existência de relações de longo-prazo, entre a Austrália e cada um dos seguintes países: Hong Kong, Índia, e Singapura.

Não houve evidências de relações de longo-prazo com as demais variáveis (China, Malásia e Coreia do Sul). Essas relações de longo-prazo desaparecem depois da crise. Resultados do VAR estimado não demonstraram relações lead/lag⁹ consistentes, essa relação enfraqueceu-se mais no período pós-crise. Isso revela que os comovimentos entre Austrália e os demais países são pouco interdependentes. O estudo conclui que estas informações podem

⁸ Transbordamentos de choques adversos através de canais temporários.

⁹ Líder/Seguidor ou Avanço/Atraso nas variáveis. Os testes lead/lag são realizados para verificar se movimentos de elevação ou queda de preços de um mercado A (lead) são seguidos, em média, por um movimento similar em B (lag). Nesse caso pode-se usar a metodologia dos testes de cointegração ou causalidade de Granger para determinação da “precedência” nas variáveis selecionadas.

gerar incentivos para os investidores incluírem estes mercados em seus *portfolios* para explorar os benefícios da diversificação.

Observa-se que o estudo realizado por Paramati e Roca (2012) enquadra-se melhor na teoria de “efeito-contágio”¹⁰, dado todas as evidências contrárias a interdependência econômica. Além disso, os testes de raiz unitária utilizados são o ADF (Augmented Dickey-Fuller) e PP (Phillips-Perron). Esses testes são viesados na presença de quebra estrutural, pois tendem a não rejeitar a hipótese de raiz unitária na presença da mudança de regime.¹¹ Por essa razão, nesse estudo, investiga-se a presença de quebras estruturais por meio do teste de Bai Perron (2003). Os modelos de Cointegração consideraram as datas de quebra na investigação das relações de longo-prazo.

Matos, Oquendo e Trompieri Neto (2014), investigaram as relações de Integração e Contagio nos mercados de ações do BRIC. O estudo examinou a presença de comovimentos por meio da verificação de ciclos individuais e comuns, seguindo Vahid e Engle (1993, apud, Matos et al, 2014). Aplicou-se os testes de Causalidade de Granger com o objetivo de verificar a influência dos desvios temporários de trajetória. Considerou-se a possibilidade de quebra estrutural, durante a crise do *subprime*¹², por meio do teste de quebra proposto por Chow. Esse teste identifica a presença de quebra ao se inserir a data exogenamente¹³. Os resultados mostraram que os mercados do BRIC cointegram na presença da quebra estrutural.

Matos et al (2014) identificaram que Brasil e Rússia reagem mais a choques internos, por outro lado China e Índia são mais afetados por choques externos. Os resultados indicaram que os mercados da China seguido pelo do Brasil reagem primeiro aos choques globais e preveem os desvios comuns de curto-prazo e o ciclo individual da Índia. O ciclo individual da Rússia pode ser previsto apenas pelo ciclo do Brasil. O mercado financeiro do BRIC é integrado, mesmo em um ambiente onde não há um alto e desejável nível de harmonização dos respectivos mercados de ações com as regras internacionais. O estudo afirma que os países precisam instituir marcos regulatórios concatenados com o bloco e ainda deveriam ater-se a ineficiente burocracia governamental, corrupção e inflação.

¹⁰ O “efeito-contágio” ocorre quando os vínculos financeiros são temporários. Quando os vínculos financeiros ocorrem antes, durante e após os choques adversos há interdependência econômica.

¹¹ Neste trabalho será utilizado o teste BNLT (Teste de Raiz Unitária na presença de Tendência Não Linear), proposto por Bierens (1997), para garantir a correta interpretação dos resultados.

¹² Início em 2007 e grandes repercussões em 2008.

¹³ Data considerada Setembro de 2008, Maiores detalhes ver Matos *et al.* (2014).

Existe a possibilidade que a interdependência do mercado de ações de diversos países interfira na volatilidade dos retornos dos ativos. Conforme Caselani e Eid Jr (2008) a correlação internacional tende a aumentar em momentos de alta volatilidade, reduzindo os benefícios da diversificação de portfólios. Nesses momentos, os fatores globais se sobrepõem aos fatores domésticos, influenciando todos os mercados.

Oliveira (2004), fez um estudo separado em dois blocos, países latino-americanos (Brasil, Argentina e México) e asiáticos (Tailândia, Malásia e Coréia do Sul), no período entre 1994 e 2002, para verificar as correlações existentes entre os mercados de ações destes países. O estudo conclui que nos mercados latino-americanos houve interdependência. Os transbordamentos de volatilidade entre os mercados no período crítico se dão devido à própria interdependência existente. Os canais de transmissão choques entre os países são permanentes, após um choque que atinja fortemente um destes países, os demais países são compelidos a se ajustarem a este choque. Nos mercados de ações asiáticos houve evidência de efeito apenas de curto-prazo (efeito contágio).

Forbes e Rigdon (2001), verificaram a existência da interdependência através da análise da transmissão ou de comovimentos entre preços de ativos ou índices de preços de ativos em diferentes países, no estudo, reportam que há um alto grau de co-movimentos entre os mercados latino-americanos, e os emergentes em geral.

Uma outra forma de se testar a hipótese de interdependência é através de uma abordagem do tipo *price discovery*, que além de indicar se existe um ou mais mercados que se movem primeiro, ou seja, se há mercados nos quais a maior parte dos choques é formada e repassada para os demais (efeitos lead/lag). O objetivo do *price discovery* é verificar se a dinâmica dos preços de um ativo estão sujeitos a influência de novas informações. (HASBROUCK, 1995)

Yan e Zivot (2007), propoem um modelo estrutural para as mudanças nos preços em mercados ligados por arbitragem. O estudo baseou-se na análise da função impulso resposta para um modelo de cointegração estrutural identificado, visando medir a eficiência de mercado, por meio da mensuração da magnitude absoluta dos erros de preços acumulados no *price discovery*. O estudo mediu a contribuição do dólar para a mensuração da taxa de câmbio a descoberto do Iene/Euro. Os resultados mostraram que uma parcela significativa do *price discovery* do Iene/euro ocorre devido ao dólar, e que a eficiência da descoberta de preço do dólar está positivamente relacionada com a liquidez relativa dos mercados de dólar em relação ao mercado câmbio.

2.3 Ferramental Analítico

Na revisão de literatura apresentada na seção anterior verifica-se que a abertura econômica, a integração comercial entre os países e a possibilidade de utilizar mercados financeiros internacionais na diversificação de ativos e, portanto, na escolha de um portfólio ótimo, pode gerar interdependência financeira, significando que choques nos mais diversos setores da economia de um país podem ser repassados para os demais. A interdependência significa que choques globais ou locais são transmitidos através dos países por conta da existência de vínculos reais e financeiros, em tempos de crise ou de estabilidade, i.e, os choques são atemporais. (OLIVEIRA, 2004).

Os países que compõem o BRIC, apesar da distância geográfica, diferenças culturais, históricas e políticas, possuem amplo acesso a recursos naturais e são negociadores de *commodities*. Outra característica em comum refere-se ao estágio do desenvolvimento econômico similar, o que torna esses países competidores em relação a atração do capital financeiro global para suas respectivas economias. Por esses motivos, pode existir uma interdependência financeira entre os mercados de ações dessas economias, pela qual choques e novas informações nos mercados de ações seriam repassados para os demais mercados desse grupo econômico.

O ferramental analítico de *price discovery* é utilizado para a análise dos preços de um ativo em dois ou mais mercados, ou ativos que estejam submetidos a equilíbrios de curto-prazo ou arbitragem, para se verificar como as novas informações são incorporadas nos preços dos papéis. O presente trabalho utiliza a abordagem do *price discovery*, proposta por Hasbrouk (1995), para analisar a interdependência entre os mercados acionários do BRIC.

Devido a possibilidade de existência de mudanças de regime nas séries, inicialmente utiliza-se o teste de quebra estrutural de Bai e Perron (2003a), pelo qual testa-se a hipótese de mudança estrutural e realiza-se a datação dessas quebras. Os testes de raiz unitária usuais¹⁴, realizados na presença de quebra, tendem a não rejeitar a hipótese nula de existência de raiz unitária, isso torna-os viesados. Assim, utiliza-se o teste de raiz unitária na presença de tendência não linear proposto por Bierens (1997).

Os resultados dos testes de raiz unitária são usados para determinação da estacionariedade das séries. Isso ocorre quando o teste rejeita a hipótese nula de existência de

¹⁴ ADF (Dickey e Fuller aumentado) e PP (Phillips e Perron)

raiz unitária. Séries estacionárias apresentam média e variância constantes no tempo. Uma das aplicações da metodologia dos testes de raiz unitária, é a verificação da Hipótese de Eficiência de Mercado¹⁵. Em um mercado eficiente, o risco do ativo muda ao longo do tempo, não sendo possível determinar um padrão que permita ao investidor auferir lucros superiores aos esperados, relativamente ao risco¹⁶. Pode-se considerar que um mercado é eficiente se ele segue um passeio aleatório, i.e., as séries possuem raiz unitária. (FAMA, 1969; MADDALA, 2003)

Testa-se a hipótese de cointegração através do procedimento proposto por Johansen et al. (2000) que considera a possibilidade de quebras estruturais. Os resultados podem ser interpretados para evidenciar o price discovery (em casos de cointegração) ou o incentivo a diversificação de *portfólios* (não cointegração). Por último estima-se um modelo de vetores autorregressivos com correções de erro (VEC), com *dummies* de quebras estruturais. Por meio do VEC, realizam-se as análises de decomposição de variância e da função de impulso resposta, as quais geram mais informações sobre a dinâmica entre esses mercados.

Pesaran e Pick (2007) afirmam que os ajustes dos *portfólios* devem levar em consideração as especificidades das relações surgidas em períodos tanto de crise quanto em períodos tranquilos. Por outro lado, os formadores de política devem considerar a natureza percebida da transmissão de choques no mercado financeiro ao adotarem algum tipo de política anticíclica. Se a causa de um choque adverso é um salto aleatório entre equilíbrios, a intervenção política pode ser eficaz. Em contrapartida, se um choque se espalha para outros mercados porque os fundamentos econômicos são correlacionados (casos de cointegração), a probabilidade do impedimento da propagação diminui.

Verifica-se que as teorias apresentadas podem ser verificadas conjuntamente. Para isso é necessário a distinção dos conceitos de mercado (eficientes, perfeitos, ou não) que, apesar de relacionados, podem levar a conclusões equivocadas. Em mercados eficientes, a formação do preço deve conter toda a informação disponível. Os mercados de ações são considerados “eficientes” se não há possibilidade de arbitramento, i.e., ausência de investidores com informações privilegiadas que auferem lucros acima da média esperada,

¹⁵ Neste trabalho considera-se a Hipótese forte da eficiência de mercado. Toda a informação relevante do mercado estão contidas no preço, i.e., o preço contém todas as informações tanto privadas quanto públicas, pois refletem-se nas ações dos investidores. (FAMA, 1969)

¹⁶ Maiores detalhes em Copeland e Weston, 1992; Haugen, 2001.

relativamente ao risco . Por outro lado, o conceito de mercado perfeito, parte do conceito de concorrência perfeita em oposição ao monopólio . As “condições de existência” da concorrência perfeita são: nenhum dos agentes econômicos conseguem influenciar os preços de forma isolada, produto é homogêneo, sendo diferenciado apenas pelo preço; ausência de assimetria de informação e livre acesso ao mercado. Nota-se que o conceito de mercado eficiente está contido no conceito de mercado perfeito. Quando se fala de eficiência ou ineficiência em economia, estar-se diante de possíveis “perdas” ou “ganhos” que ultrapassam os limites do “equilíbrio de mercado”, e.g., ineficiência dos impostos. Nesse sentido tem-se a teoria das externalidades, que informa que atuação de um agente pode influenciar o “bem-estar” de outro agente. Assim pode-se definir um mercado eficiente como aquele que contém a característica do mercado perfeito de ausência de assimetria de informação, e que não haja “externalidades” pois deve haver um “equilíbrio de preços de ativos” onde nenhum investidor pode intervir isoladamente.

O price discovery é a presença de efeitos lead/lag e ocorre quando há cointegração entre as variáveis, e são a prova de interdependência financeira. Por outro lado a diversificação de ativos deve presar por variáveis que não cointegram. A diversificação de ativos deve existir em um contexto de mercado eficiente, neste caso, as séries não cointegram e não há movimentos de interdependência entre os mercados. O fato é que, no mercado real, as ações dos investidores se adaptam a cada nova informação. Essas ações nem sempre são “racionais” e em casos de crises econômicas, investidores alavancados tentam livrar-se de suas posições de risco, visando maior liquidez de seu portfólio. Assim, aquela carteira que, em um ambiente favorável, foi selecionada de forma diversificada, pode se tornar um “canal de transmissão de choques adversos”, i.e., ao perceberem mudanças na conjuntura econômica, os investidores ofertam a parcela de ações que podem sofrer maior perda. Esse efeito pode afetar os demais países integrados economicamente. A interdependência pode gerar relações do tipo lead/lag e por isso é uma "falha de mercado" um tipo de externalidade, ou seja o mercado tende a ser "ineficiente no sentido de FAMA (1970). A interdependência só pode ser considerada em um ambiente de mercado imperfeito.

3 METODOLOGIA

3.1 Testes de Quebra

Os testes de quebra estrutural permitem verificar se os parâmetros do modelo linear mudam ao longo do tempo. Determinar se houve mudança e a data desta mudança torna-se relevantes em estudos empíricos.

O teste proposto por Bai e Perron (1998) possibilita datar múltiplas quebras estatisticamente significantes em uma série. Os resultados são obtidos sob uma estrutura geral de alterações estruturais parciais, que permite que um subconjunto dos parâmetros não mude. Dentre os testes propostos pelos autores, há um procedimento sequencial no qual testa-se a hipótese nula de nenhuma mudança contra a alternativa de uma quebra. Caso essa hipótese não seja rejeitada testa-se l mudanças contra $(l + 1)$, até que a rejeição da mesma, permitindo uma estratégia específica de modelagem geral para determinar consistentemente o número de alterações nos dados. (BAI;PERRON, 2003a)

Neste trabalho utiliza-se o teste proposto por Bai e Perron (2003a) para determinação do número de quebras e a determinação das datas dos diferentes regimes. Os testes podem ser construídos permitindo correlação serial e heterocedasticidade nos erros, regressores com tendência, modelos dinâmicos e variâncias diferentes para os erros nos diversos regimes, ou impor uma estrutura comum. (BAI;PERRON, 2003 a).

O teste é realizado sob a hipótese nula de nenhuma mudança contra um número precisamente especificado de mudanças. A estatística de teste é uma sup Wald a qual não possui uma distribuição usual. Apesar de demonstrarem a distribuição assintótica do teste, os autores utilizam um procedimento de simulação para obter os valores críticos dessa estatística. As quebras estruturais podem ocorrer em todos os parâmetros ou apenas em um subconjunto dos mesmos. Desta forma, as séries podem ocorrer no intercepto ou na tendência ou em ambos. Neste artigo a classificação das quebras será realizada de acordo com a classificação proposta por Perron (1989). A saber: i) quebra no intercepto, ii) quebra na tendência e iii) quebra na tendência e no intercepto.

3.2 Testes de Raiz Unitária e Eficiência de Mercado

A maior parte da literatura de raiz unitária concentra-se em determinar se as séries são afetadas por choques temporários ou choques permanentes. Os testes de raiz unitária usuais podem trazer resultados viesados na presença de quebra estrutural. Assim, é necessário

aplicar algum teste que considere a existência da quebra, possibilitando a diferenciação entre quebra estrutural e estacionariedade em tendência linear ou não linear.

As séries podem apresentar-se de duas formas: em *trend stationarity*¹⁷ e *difference stationarity*¹⁸. Se uma série temporal é tendência estacionária em vez de I (1), e se a hipótese de raiz unitária é testada contra a hipótese de estacionariedade, a hipótese de raiz unitária pode prevalecer porque o processo estacionário em tendência e o processo de raiz unitária parecem semelhantes. (BIERENS, 1997).

Neste trabalho será feito o BLNT (Teste de Raiz Unitária na presença de Tendência Não Linear) proposto por Bierens (1997). O teste de raiz unitária na presença de tendência não linear de Bierens (1997), considera a estacionariedade em tendência não linear como hipótese alternativa da hipótese de raiz unitária, i.e., que a série temporal é estacionária sobre uma função determinística do tempo. Os testes são baseados nos testes de raiz unitária de Dickey e Fuller (1979, 1981), usando polinômios Chebishev para aproximar uma tendência temporal determinística não-linear. A vantagem do polinômio de Chebishev em relação ao polinômio de tempo regular, é ser ortogonal e limitado. Devido à propriedade de ortogonalidade, Ripamonti (2013) afirma que o polinômio temporal de Chebishev (CTP) é recomendável para a solução de funções com tendência não linear. Qualquer função de tempo pode ser aproximada por uma função linear de CTP.

O teste proposto por Bierens (1997) foi escolhido, pois mostra-se mais eficiente em determinar a estacionariedade da série na presença de quebra estrutural. Nelson e Plosser (1982) apud Glynn et al. (2007) argumentam que a maioria das séries temporais geralmente possuem uma raiz unitária. A presença ou ausência de raízes unitárias ajuda a identificar algumas características do processo de geração de dados de uma série. Na ausência de raiz unitária, a série oscila em torno de uma média de longo prazo constante, isto implica que a série tem uma variância finita e independente do tempo. Nas séries não-estacionárias a média e a variância são dependentes do tempo. Séries não-estacionárias sofrem efeitos permanentes de choques aleatórios e, portanto, as séries seguem um passeio aleatório. (GLYNN; PERERA; VERMA, 2007). Os resultados dos testes de raiz unitária permitem, além de testar a hipótese

¹⁷A classe de processos *Trend Stationary (TS)* pode ser escrita como uma função **determinística** linear do tempo somado aos desvios, um processo estocástico *estacionário* com média zero.

¹⁸A classe *Difference-stationary (DS)* é formada por processos não estacionários cujo componente de crescimento é estocástico e não estacionário e pode ser escrita como uma função linear do tempo somado aos desvios, um processo estocástico *estacionário* com média zero. Esta classe de processos é estacionária na primeira diferença ou em maiores graus.

nula em questão, a verificação da hipótese de eficiência do mercado de capitais do bloco BRIC.

A eficiência no mercado é definida quando algo desconhecido que deve afetar os preços do mercado no presente aparece aleatoriamente nos preços futuros. Os preços seguem portanto um processo de passeio aleatório (processo de raiz unitária). O processo aleatório determina que os retornos não são previsíveis baseados em observações passadas e a volatilidade pode crescer sem limites.

3.3 Modelos de Vetores Autorregressivos

Os Modelos de Vetores Autorregressivos (VAR) são alternativas as restrições impostas aos modelos de equações simultâneas¹⁹. Os modelos VAR consideram todas as variáveis endógenas. As únicas restrições impostas ao VAR são a seleção de um conjunto relevante de variáveis, tamanho da série e número máximo de defasagens selecionado de acordo com um critério de informação. A vantagem em se utilizar a modelação de vetores autorregressivos é estima-los pelo método dos Mínimos Quadrados Ordinários (MQO), que conforme Maddala (2003), pode-se supor que as médias e variâncias das variáveis são constantes no tempo. (MADDALA, 2003)

No processo de estimação deste tipo de modelo deve-se verificar se as séries são estacionárias. Para isso testes de raiz unitária são utilizados para determinar a ordem de integração da variável. As séries estacionárias são ditas integradas de ordem zero, ou $I(0)$, se não possuem raízes unitárias, por outro lado, são integradas de ordem k se apresentam k raízes unitárias $I(k)$. Após a determinação da ordem de integração pode-se prosseguir aos testes de cointegração para a determinação das relações de longo-prazo entre as variáveis. A cointegração surge quando duas ou mais variáveis que possuem a mesma ordem de integração apresentam uma combinação linear estacionária. A presença de quebra estrutural na série deve ser considerada na realização do teste de cointegração.

A determinação da estacionariedade permite uma melhor especificação do modelo, pode-se escolher entre três tipos de modelo: i) modelo com as variáveis em nível se as séries são estacionárias; ii) com variáveis em diferença, se a diferenciação elimina a raiz

¹⁹ Classificação das variáveis em endógenas e exógenas e restrição dos parâmetro para obter identificação. Maddala 2003

unitária; iii) modelo com correção de erros em caso de séries cointegradas. Depois de estimado o modelo adequado, realiza-se análises estatísticas, e.g, comportamento da variável relativamente a inovações via função impulso resposta e a decomposição da variância.

Representa-se o Vetor de Correção de Erro da seguinte forma:

$$\Delta p_t = \psi_0 + \psi p_{t-1} + \psi_1 \Delta p_{t-1} + \dots + \psi_m \Delta p_{t-m} + e_t \quad (1)$$

$$\text{Onde } p_t = \begin{bmatrix} p_{1t} \\ \dots \\ p_{nt} \end{bmatrix}, \psi_0 = \begin{bmatrix} \phi_{10} \\ \dots \\ \phi_{n0} \end{bmatrix}, \psi_i = \begin{bmatrix} \phi_{i,11} & \dots & \phi_{i,1n} \\ \dots & & \dots \\ \phi_{i,n1} & \dots & \phi_{i,nn} \end{bmatrix}, i = 1, \dots, p \quad e_t = \begin{bmatrix} e_{1t} \\ \dots \\ e_{nt} \end{bmatrix}, \quad \psi p_t$$

representa o mecanismo de correção de erros, e cada uma de suas linhas representam uma relação de cointegração:

$$\phi_{i1} p_{1t} + \phi_{i2} p_{2t} + \dots + \phi_{in} p_{nt} \sim I(0)$$

Cada variável p é um processo com uma raiz unitária, ou seja $I(1)$. O Posto de ψ é quem determina o número de vetores de cointegração através do teste de cointegração. Há no mínimo um e no máximo $n-1$ vetores de cointegração. O vetor de cointegração determina a dinâmica da relação de longo-prazo.²⁰

Como quebras estruturais usualmente afetam os resultados do teste em favor da hipótese de não cointegração, neste trabalho utiliza-se o teste de Johansen et al (2000), o qual é conduzido adicionando duas dummies referentes as quebras encontradas a partir do teste de Bai e Perron (2003a)²¹. O número de defasagens foi determinado pelo critério de Schwarz. O termo determinístico no teste é da seguinte forma:

$$D_t = \mu_0 + \mu_1 t + (\text{dummy}) \quad (2)$$

Adicionou-se dummies impulso neste caso o modelo pode ser escrito como:

$$\Delta p_t = \psi \begin{bmatrix} p_{t-1} \\ D_{t-1} \end{bmatrix} \sum_{j=1}^{m-1} \Gamma_j \Delta p_{t-1} + u_t \quad (3)$$

O teste de cointegração procede da mesma forma que o teste tradicional de Johansen (1988), o qual testa de forma sequencial o posto da matriz ψ : $H_0: r = 0, 1, 2, \dots, k - 2$. A interpretação do teste é realizada verificando o valor crítico e seu respectivos o p-valor para cada uma das hipóteses nulas. Depois de estimado o VEC, conforme as considerações feitas para quebras e cointegração, utiliza-se os instrumentos de análise de previsão de decomposição de variância e funções impulso resposta.

²⁰ Neste estudo considera-se a existência do vetor de longo-prazo como um indicativo de interdependência econômica entre os índices de preços.

²¹ Datas das quebras 03/2008 e 08/2008.

A função impulso resposta é um meio prático de visualizar o comportamento das variáveis em resposta aos choques previstos em um determinado horizonte de tempo. A decomposição da variância do erro de previsão (FEV) informa a proporção dos movimentos em uma sequência, devido aos “próprios” choques contra os choques das outras variáveis. A função impulso resposta e a decomposição da variância juntas são chamadas de *innovation accounting*, que pode ser usada para examinar o relacionamento entre variáveis econômicas, mormente usada para ordenar as variáveis na especificação. (ENDERS, 1995)

3.4 Modelagem do Price Discovery

Segundo o modelo apresentado por HASBROUK (1995), considere sem perda de generalidade o seguinte modelo de preços de índices representativos do mercado de ações de dois países²²:

$$\begin{aligned} P_{1,t} &= P_{1,t-1} + w_t \\ P_{2,t} &= P_{1,t-2} + e_t \end{aligned} \quad (4)$$

Onde: e_t , w_t possuem média zero. Note que a representação em (1), implica que os preços são I(1) e as variáveis são cointegradas. O primeiro preço segue um passeio aleatório e o segundo é regredido contra defasagens do primeiro e também reflete um erro aleatório. Embora sejam ambos os preços integrados eles não se afastam muito um do outro ao longo do tempo. O sistema (1) pode ser reescrito como:

$$P_{1,t} - P_{2,t} = P_{1,t} - (P_{1,t-2} + e_t) = w_t + w_{t-1} - e_t \quad (5)$$

Pode-se representar a mudança nos preços em termos exclusivamente da inovação atual e defasada como:

$$\begin{aligned} \Delta P_{1,t} &= w_t \\ \Delta P_{2,t} &= \Delta P_{1,t-2} + e_t - e_{t-1} = w_{t-2} + e_t - e_{t-1} \end{aligned} \quad (6)$$

Desta forma, os preços compartilham um componente comum de longo-prazo. Seguindo a representação de tendências comuns de Stock e Watson (1988), note que a primeira equação implica que:

$$P_{1,t} = P_{1,0} + \left(\sum_{s=1}^t w_s\right),$$

²² Enquanto em HASBROUK (1995) o preço do mesmo ativo é analisado em diferentes mercados, neste trabalho os preços referem-se a índices de preços de diferentes mercados. Esta é a única diferença do modelo teórico apresentado nesse trabalho para o original. Entretanto, a metodologia empírica utilizada nesse estudo considera a possibilidade de quebras, mas no trabalho de Hasbrouk essa possibilidade não é considerada.

$$P_{2,t} = P_{1,0} + \left(\sum_{s=1}^t w_s \right) + (-w_t - w_{t-1} + e_t) \quad (7)$$

O passeio aleatório componente do preço de um título deve ser visto como um preço eficiente implícito. A medida da informação compartilhada proposta em Hasbrouck (1995) é o cálculo dos atributos da fonte de variação no componente do passeio aleatório, i.e., utiliza-se a previsão da decomposição da variância do erro. Em séries cointegradas a representação alternativa é o modelo de correção de erro VEC é dada por:

$$\begin{aligned} \Delta P_{1,t} &= w_t \\ \Delta P_{2,t} &= (P_{1,t-1} - P_{2,t-1}) - \Delta P_{1,t-1} + e_t \end{aligned} \quad (8)$$

Significa dizer que negociações feitas no segundo mercado são responsáveis pela discrepância (erros). Outra forma de representar seria considerar que os agentes reagem as variações nos dois períodos:

$$P_{2,t} = (P_{1,t-2} - P_{2,t-2}) - \Delta P_{2,t-1} + e_t \quad (9)$$

Outro exemplo de representação seria desconsiderar os preços contemporâneos:

$$\Delta P_{2,t} = (P_{1,t-2} - P_{2,t-1}) + e_t \quad (10)$$

Significa que os negociantes no segundo mercado estão reagindo aos preços relativos do primeiro mercado com um período de atraso. A escolha por qualquer representação deve ser baseada em critérios econômicos externos aos dados. Este modelo simples exibe a característica que os preços nos dois mercados são guiados fundamentalmente por um mercado. Modelos de correção de erro e análise da decomposição da variância são apropriados para análise de mercados cointegrados que compartilham informações.

Assume-se n preços relacionados por algum fator econômico e são organizados em um vetor coluna p_t ($n \times 1$). Cada série é assumida integrada de ordem um, i.e., contém um componente de passeio aleatório. Nesse modelo, as mudanças nos preços são estacionários em covariância. Dessa forma, o mesmo pode ser expresso como um VMA (vetor de média móvel):

$$\Delta p_t = \Psi(L)e_t \quad (11)$$

Onde e_t é um vetor de média zero de distúrbios não correlacionados com a matriz de covariância Ω , e Ψ é um polinômio no operador de defasagem. Considera-se $\beta' p_t$ estacionário, e portanto que $\beta' \Psi(1) = 0$, onde $\Psi(1)$ é uma soma de coeficientes de média móvel. Dada a estrutura de β , esse resultado implica que todas as linhas de $\Psi(1)$ são idênticas, assim $\Psi(1)e_t$ constitui um impacto de longo-prazo de um distúrbio em cada um dos preços. Seja Ψ um vetor coluna comum em $\Psi(1)$. Então, os índices de preços são expressos como:

$$p_t = p_0 + \Psi \left(\sum_{s=1}^t e_s \right) + \Psi^*(L)e_t \quad (12)$$

Onde p_0 é um vetor-n constante e $\Psi^*(L)$ é uma matriz polinomial no operador de defasagem. O primeiro termo p_0 , do lado direito da equação (9) é um vetor de valores iniciais que devem refletir diferenças não estocásticas entre as variáveis preços. O segundo termo da equação (9) é o produto de um passeio aleatório escalar e um vetor unitário. Este termo captura o componente de passeio aleatório que é comum a todos os preços. O terceiro termo é um componente de média zero e covariância estacionária.

Dado que Ω é diagonal, i.e., as inovações nos mercados não são correlacionadas, então $\Psi\Omega\Psi$ consiste em n termos, cada um dos quais representa a contribuição das inovações aleatórias em um mercado particular. A proporção desse mercado j relativa a variância total é definida como fatias de mercados j :

$$S_j = \frac{\Psi_j^2 \Omega_{jj}}{\Psi \Omega \Psi'} \quad (13)$$

Onde Ψ_j é o j 'ésimo elemento de Ψ . A normalização é feita para que a soma das partes dessa informação somem um. Como as correlações cruzadas entre os mercados tendem a não ser nulas, a triangularização da matriz de covariância através da decomposição de Choleski pode ser utilizada²³.

Cada mercado contribui com sua parcela de informação. O preço implícito eficiente é uma construção estatística, com base em um pequeno subconjunto de informações dos mercados. É necessário que os índices de preços, que representam os mercados, apresentem um conjunto de informação eficiente, para serem representativos das informações econômicas recentes. Supõe-se que os índices de preços carreguem toda a informação necessária para se determinar qual mercado é o "best price", ou seja, aquele em que as informações surgem e influenciam os demais. Neste modelo, é o mercado que apresentar previsão de decomposição de variância, de suas próprias defasagens, próximas do cem por cento, i.e., será o mercado menos influenciado pelos demais. Intuitivamente, são as fatias de informações "que se movem primeiro" no processo de ajuste de preços. (HASBROUCK, 1995).

São utilizados os índices representativos do mercado de ações, de cada país do bloco BRIC: Brasil (IBOVESPA - São Paulo Exchange Index) Rússia (RTS - Russian Trading

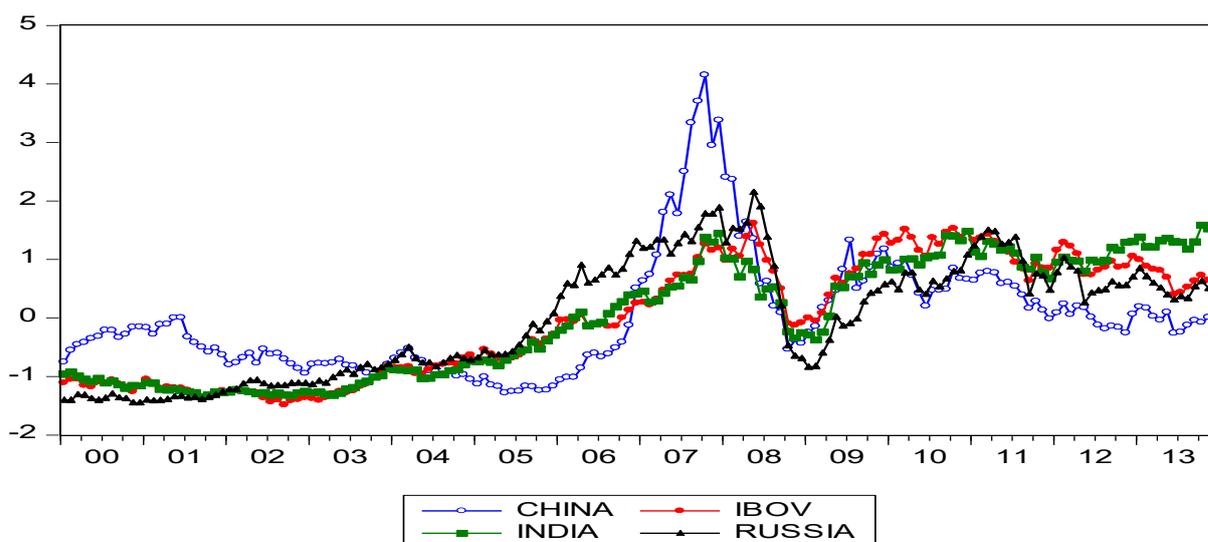
²³ Veja Hamilton (1994), p. 318 a 336.

System Index of Moscow), Índia (SENSEX30 - Bombay Stock Exchange), China (SSE - Shanghai Stock Exchange Composite Index). As séries são mensais, considerando-se o período entre janeiro de 2000 a dezembro de 2013.

Neste trabalho considera-se a hipótese forte da eficiência de mercado que informa que toda a informação relevante está inserida nos preços das ações, i.e., o preço contém toda as informações tanto privadas quanto públicas, pois refletem-se nas ações dos investidores

Os índices de bolsa são representativos do mercado de cada país, devido a integração e fluxo de informação internacional, são aptos a serem comparados. As séries financeiras tendem a possuir quebras estruturais, como evidencia o GRÁFICO 1, no qual as séries foram normalizadas para permitir uma melhor comparação. A partir dos testes de cointegração considera-se o logaritmo neperiano das variáveis, representadas como segue: Ibovespa (libov), RTS(Russia), SENSEX30 (Índia) e SSE (China).

GRÁFICO 1 – Comportamento dos índices de bolsas ao longo do tempo.



Fonte: Elaboração Própria. Séries foram normalizadas para permitir uma melhor comparação

4 RESULTADOS

4.1 Resultados dos testes de quebra estrutural

De acordo com os resultados do Quadro 1, a série do Ibovespa apresentou cinco regimes. i.e., quatro quebras estruturais. Note que a primeira quebra entre 08-09/2002 foi na tendência e no intercepto. A segunda quebra entre 03-04/2005 aproxima-se de uma quebra de nível com leve alteração da tendência. A terceira quebra entre 08-09/2008 é claramente uma quebra de intercepto. A quarta quebra entre 10-11/2010 é tanto na tendência quanto no intercepto. Essas quebras podem ser melhor visualizadas no Gráfico 6. Os gráficos dos testes realizados para os índices de bolsa do Brasil (IBOV), Rússia (RTSI), da Índia (SENSEX) e da China (SSE), são apresentados no Anexo A.

Para a série do índice RTSI temos 4 regimes, ou seja 3 quebras. A visualização desses movimentos é apresentada no Gráfico 7. A primeira entre 11-12/2005 afetou o intercepto e a tendência. A segunda quebra ocorreu entre 08-09/2008 afetou apenas o intercepto. A terceira quebra que ocorreu entre 07-08/2011 afetou tanto o intercepto quanto a tendência. O índice SENSEX apresentou 4 regimes, ou seja 3 quebras. A primeira quebra ocorreu entre 06-07/2004 foi claramente uma quebra de tendência. A segunda quebra ocorreu entre 05-06/2008 foi uma quebra de intercepto. A terceira quebra entre 06-07/2011 possui característica de quebra de nível com leve alteração na tendência (Gráfico 4). A série SSE apresentou 3 regimes, ou seja 2 quebras. A primeira quebra foi em 01-02/2006 e afetou a tendência e o intercepto. A segunda quebra ocorreu entre 02-03/2008 afetou a tendência e o intercepto. (QUADRO 1)

A maioria das quebras ocorreu em datas diferentes para os índices, com exceção da quebra entre 08-09/2008 para a série Ibovespa (Brasil) e RTSI (Rússia). Este período corresponde ao epicentro da crise do *subprime* americano²⁴. RTSI e SENSEX possuem dois regimes idênticos. Todas as séries apresentaram quebra ao longo do ano de 2008, porém em meses diferentes. As séries do IBOV, RTSI, SENSEX apresentaram tendência positiva após suas respectivas quebras. Note que o índice da China (SSE) foi o único a apresentar tendência negativa após a quebra de 2008. (QUADRO 1).²⁵

²⁴ Crise iniciada em 2007, devido à alta taxa de inadimplência dos devedores de perfil *subprime*, os chamados *ninja* (*no income, no job, no assets*). Os financiamentos imobiliários concedidos a esse perfil, aliados a grande valorização dos imóveis, levaram os bancos a um alto risco de inadimplência, após o início da alta dos juros americanos. Essa Crise afetou toda a economia do planeta por meio do mercado de capitais.

²⁵ Os gráficos da estimação dos testes estão no ANEXO A.

QUADRO 1 - Resultados dos Testes de Quebra Estrutural				
Variáveis		Estatística t	P valor	Data dos Regimes
IBOV (Brasil)	Constante	66.2688	0.0000	01/2001 - 08/2002
	@TREND	-9.1752	0.0000	
	Constante	-6.0074	0.0000	09/2002 - 03/2005
	@TREND	24.2755	0.0000	
	Constante	-1.7141	0.0885	04/2005 - 08/2008
	@TREND	3.1916	0.0017	
Constante	-3.6161	0.0004	09/2008 - 10/2010	
@TREND	5.3821	0.0000		
Constante	5.9598	0.0000	11/2010 - 12/2013	
@TREND	-3.1223	0.0021		
RTSI (Rússia)	Constante	0.2420	0.8091	01/2000 - 11/2005
	@TREND	1.1123	0.2677	
	Constante	-1.2938	0.1976	12/2005 - 08/2008
	@TREND	5.9187	0.0000	
Constante	-5.4311	0.0000	09/2008 - 07/2011*	
@TREND	7.6113	0.0000		
Constante	5.0895	0.0000	08/2011 - 12/2013*	
@TREND	-1.9609	0.0516		
SENSEX (China)	Constante	3.5363	0.0005	01/2000 - 06/2004
	@TREND	0.0905	0.9280	
	Constante	-11.2155	0.0000	07/2004 - 05/2008
	@TREND	20.9424	0.0000	
Constante	2.8249	0.0005	06/2008 - 06/2011*	
@TREND	5.7000	0.0000		
Constante	-1.1076	0.2697	07/2011 - 12/2013*	
@TREND	6.7750	0.0000		
SSE (Índia)	Constante	26.6187	0.0000	01/2000 - 01/2006
	@TREND	-7.4843	0.0000	
	Constante	-2.3351	0.0208	02/2006 - 02/2008
	@TREND	2.7776	0.0061	
Constante	3.5228	0.0006	03/2008 - 12/2013	
@TREND	-1.3950	0.1649		

Fonte: Elaboração Própria. *Apresentam basicamente dois regimes idênticos, ou seja duas quebras idênticas

4.2 Resultados dos testes de raiz unitária

Para se verificar se uma série é estacionária, deve-se realizar testes de raiz unitária. O Teste de Raiz Unitária na presença de Tendência não linear de Bierens (BNLT) foi o escolhido devido a presença de quebra estrutural. Verificou-se o valor do teste estatístico e o seu respectivo p valor. Os resultados para as séries em nível e em primeira diferença estão na TABELA 1.

Note que todas as séries, em nível, apresentaram raiz unitária, portanto, são não estacionárias. Com o objetivo de testar a cointegração, deve-se determinar a ordem de integração das séries, i.e., se são Integradas de ordem I (i), sendo o valor de i determinado pelo número de vezes que a série foi diferenciada para torna-la estacionária. Para isto deve-se proceder os testes de raiz unitária com as variáveis em diferença. e.g., as séries serão ditas em I(1) se forem estacionárias em primeira diferença.

Índice	Série - Nível		Índice	Série - Diferença	
	Estatística t	P valor		Estatística t	P valor
ibov(Brasil)	-2.5130	0.3700	dibov(Brasil)	-5.6548	0.0000
rtsi(Rússia)	-2.0550	0.5900	drtsi(Rússia)	-5.7129	0.0000
sensex(Índia)	-2.0550	0.4400	dsensex(Índia)	-5.3543	0.0300
sse(China)	-2.0110	0.8700	dsse(China)	-6.8480	0.0000
<i>V. C. (5%)</i>	-3.9700	0.0500	<i>V. C. (5%)</i>	-3.9700	0.0500

Fonte: Elaboração Própria

Os resultados dos testes de raiz unitária calculados para as séries em primeira diferença mostram que as séries são estacionárias. Assim os testes BNLT em nível e em primeira diferença temos que as séries apresentam ordem de integração I(1). Através desta informação pode-se verificar que a hipótese de eficiência de mercado não é rejeitada para todos os índices de preços de ações dos países que compõem o BRIC.

Nesse caso, as séries financeiras seguem um passeio aleatório, ou seja, os efeitos dos choques são permanentes. Lembrando da hipótese alternativa do BNLT, tem-se um processo com estacionariedade em torno de uma tendência não-linear. Dado os resultados dos testes de raiz unitária, confirma-se a hipótese de eficiência de mercado. Os investidores não conseguem obter retornos maiores que os esperados, relativamente aos riscos, apenas baseando-se em análises *backward looking*. (TABELA 1)

4.3 Estimação do Vetor de Cointegração

Para testar a hipótese de cointegração utiliza-se o teste de Johansen et al. (2000), que permite a inclusão de variáveis dummies para controlar as quebras. De acordo com os resultados dos testes de quebras estruturais, as datas que mais se aproximam, ou seja as mais representativas do conjunto das variáveis são D1(05/2008) e D2 (11/2008). O critério de informação de Schwarz indica a utilização de uma defasagem na estimação do modelo vetorial com correção de erro.

Os resultados do teste de cointegração, conduzidos com nível de significância de 5%, rejeita a hipótese nula de nenhuma relação cointegrante contra um vetor de cointegração e não rejeita a hipótese de um vetor contra a alternativa de dois vetores de cointegração. Em resumo, há evidências de que há um vetor de cointegração. Vale ressaltar que a evidência de cointegração entre essas séries só é obtida no teste que consideram essas mudanças estruturais (TABELA 2.1).

TABELA 2.1 - Resultados dos Testes de Cointegração

	Hipótese Nula	Quebras (03/2008 ; 08/2008)			Sem Quebras		
		LR	P valor	Val. Críticos	LR	P valor	Val. Críticos
BRIC	$r \leq 0$	111.27	0.00	91.75	43.40	0.72	63.66
	$r \leq 1$	59.79	0.12	64.54	16.90	0.99	42.77
	$r \leq 2$	31.42	0.32	41.09	8.10	0.97	25.73
	$r \leq 3$	5.14	0.97	21.02	3.08	0.86	12.45

Fonte: Elaboração Própria

A relação cointegrante dessas variáveis indicam uma relação de longo-prazo e, portanto, interdependência, entre os mercados acionários do BRIC. Isso tornaria o conjunto de países sensíveis a choques adversos ocorridos em qualquer um dos mercados, ou seja, um choque que afetar um país pode se propagar e afetar outro país ou o grupo de países emergentes. Os resultados demonstram que a cointegração só ocorre se for considerada a data da quebra. Esse é um indício de um aumento nas relações entre as variáveis no período crítico. Períodos de crise são acompanhados por alta volatilidade no mercado de ações, e devido ao compartilhamento de informações, os investidores tentam livrar-se dos papéis de maior risco, característica mercados emergentes, logo ações de investidores alavancados tendem a agravar mais ainda o quadro crítico. O vetor de cointegração estimado é reportado abaixo:

$$\text{LnChina}_{t-1} = -19.676\text{LnBras}_{t-1} + 31.576\text{Lnindia}_{t-1} - 6.645\text{Lnrussia}_{t-1} + 29.215D_1 - 7.117D_2 - 0.106T \quad (14)$$

(3.041) (-4.490) (3.396) (-3.375) (0.826) (2.979)

Onde as variáveis em logaritmo natural são os índices de preços defasados das respectivas bolsas dos países componentes do BRIC e T é a tendência. O Vetor de cointegração mostra que a bolsas da Índia e da China possuem uma relação de longo-prazo positiva, e o mesmo é válido na comparação entre os mercados do Brasil e da Rússia. Já a relação de longo prazo entre esses dois grupos é negativa. Vale ressaltar que a significância dos parâmetros do vetor de cointegração e os seus sinais não se alteram se diferentes ordenamentos das variáveis forem utilizados. (TABELA 2.2)

A Tabela 2.2. apresenta os valores dos parâmetros do vetor de cointegração para diferentes ordenamentos das variáveis. Nessa tabela o valor 1 indica qual a série que está sendo utilizada como base da normalização do vetor cointegrante (variável do lado esquerdo da equação 14).

TABELA 2.2 Resultados do Vetor de Cointegração*

	Lnchina	Lnbras	Lnindia	Lnrussia
Lnchina	1	-19.676	31.576	-6.645
Lnbras	-0.001	1	-1.615	0.34
Lnindia	0.001	-0.619	1	-0.211
Lnrussia	-0.003	2.94	-4.74	1

Fonte: Elaboração Própria. *Para Diferentes Normalizações

As informações apresentadas na matriz de vetores de cointegração mostram que há interdependência financeira entre os países componentes do BRIC. Observou-se que a relação de longo-prazo entre as bolsas brasileira e russa é oposta a relação entre as bolsas chinesa e indiana. Há portanto uma relação de longo-prazo, ou seja interdependência financeira entre todos estes países.

4.4 Diversificação de *Portfolios*

Sabe-se que para se ter um *portfolio* diversificado, segundo o conceito de Markowitz (1952), as ações que o compõe devem apresentar relações opostas (sinal invertido no vetor de covariância) e não devem cointegrar. Assim, se faz necessário testar a cointegração para as combinações dos mercados dois a dois e três a três, para se determinar se há

possibilidade de diversificação de portfólios com alguma combinação dos países do BRIC. A Tabela 2.3 mostra os resultados dos testes de cointegração para as combinações entre os mercados de ações dos países componentes do bloco.

TABELA 2.2 - Resultados dos Testes de Cointegração

Variáveis	Data das Quebras	LR	P valor	Val. Críticos	Cointegração
Brasil, Rússia, Índia	01/2006; 08/2008	86.660	0.0029	73.15	Sim
	Sem quebra	22.100	0.9042	42.77	Não
China, Índia, Brasil	; 08/2008	38.560	0.7291	58.65	Não
	Sem quebra	25.910	0.7430	42.77	Não
China, Brasil, Rússia	; 08/2008	65.180	0.0117	58.65	Sim
	Sem quebra	21.74	0.9149	42.77	Não
China, Rússia, Índia	06/2008; 07/2011	105.24	0.0000	66.01	Sim
	Sem quebra	32.01	0.3937	42.77	Não
Brasil - Rússia	;08/2008	32	0.0172	28.43	Sim
	Sem quebra	6.87	0.9911	25.73	Não
Brasil - Índia	03/2008; 08/2008	46.61	0.0055	41.09	Sim
	Sem quebra	12.89	0.7477	25.73	Não
Brasil - China	;08/2008	16.62	0.9302	37.04	Não
	Sem quebra	11.82	0.8218	25.73	Não
Rússia - China	09/2008; 08/2011	35.47	0.2602	44.22	Não
	Sem quebra	8.58	0.9644	25.73	Não
Índia - China	;05/2008	23.91	0.5717	37.17	Não
	Sem quebra	18.68	0.3063	25.73	Não
Rússia - Índia	;01/2006	23.06	0.1898	28.29	Não
	Sem quebra	19.17	0.2764	25.73	Não

Fonte: Elaboração Própria

Os resultados da Tabela 2.2 indicam que há benefícios na diversificação entre o trio China, Brasil, Índia, bem como cada uma das duplas compostas pela China e os demais países, bem como pode-se diversificar entre papéis compostos entre Rússia e Índia. Brasil cointegra com Rússia ou Índia. Lembrando dos resultados do vetor de cointegração, na seção anterior Brasil e Rússia opostos a China e Índia, uma carteira diversificada pode ser formada ao se compor Brasil com China. Outra carteira pode ser formada por Rússia com China ou Índia, isoladamente, pois estes países apresentam relações negativas e não cointegram no longo-prazo, se considerados par a par.

Observa-se que estes resultados são uma extensão analítica e não impedem a verificação da interdependência financeira “intra-bloco”, pois o bloco composto pelo BRIC cointegra na presença de quebra estrutural. Essa interdependência é investigada através da decomposição da variância do erro de previsão apresentada na seção seguinte.

4.5 Contabilização da Inovação (*Innovation Accounting*)

4.5.1 Resultado da Decomposição de Variância (FEV)

A Tabela 3 mostra que a variância do erro de previsão da variável *l*china não é explicada por nenhuma outra nos três primeiros meses. A partir do quarto e oitavo mês a *libov* e *l*russia, respectivamente, passam a explicar em apenas 1% a variância do erro de previsão da *l*china. Praticamente a bolsa chinesa não é afetada pelas demais.

A variância do erro da *libov* é explicada em 14% pela variância do erro da *l*china já no primeiro período. Percebe-se também que a variação do erro da *libov* não é explicada pela variação no erro da *l*índia para todo o período de previsão. A Tabela 6 apresenta a decomposição da variância da *l*índia, pela qual verifica-se que a *l*china explica 13% de sua variância do erro e *libov* explica 32% no primeiro período. O percentual explicado por *libov* chega a 76% no vigésimo período. A *l*índia praticamente não é afetada pela *l*russia. A variação do erro da *l*russia é explicada pela *libov* em 43% no décimo período. Esta proporção permanece inalterada até o vigésimo período de análise previsto. (TABELA 4)

Os resultados da FEV mostram que a bolsa chinesa explica até 14% da variância do erro das bolsas brasileira e indiana. Os choques na bolsa chinesa são explicados em 98% pelos próprios choques. De acordo com os resultados e análise de descoberta de preços (Hasbrouck, 1995), há evidências de que a bolsa da China se “move primeiro”, não é afetada pelos choques e/ou novas informações dos demais mercados do BRIC e possui algum efeito sobre as demais. Depois está o mercado acionário brasileiro, que na amostra analisada apresenta influência moderada da China em termos de decomposição do erro de previsão e, ainda nesse sentido, possui elevada influência nos mercados da Rússia e Índia, sendo este último o mais suscetível à influências das novidades dos demais mercados do BRIC.

Nota-se que os choques nas bolsas de China e Brasil explicam a variância das demais variáveis. Nesse sentido a volatilidade da bolsa brasileira e da bolsa chinesa explica a volatilidade dos países do BRIC. Esse resultado corrobora com o resultado encontrado por Matos *et al.* (2014), que determinaram que China, seguido de Brasil, exerce a maior influência dentro do grupo. A explicação desse fenômeno pode ser devido alta participação

da China no mercado internacional. Segundo dados do Banco Mundial o PIB chinês atingiu \$9,2403 Trilhão em 2013, o maior do bloco. As entradas líquidas de IED²⁶ na china atingiram 3,76% (PIB) no mesmo ano.

TABELA 3 - Decomposição da Variância do Erro de Previsão (FEV)

Períodos	lchina				libov			
	lchina	libov	lindia	lrussia	lchina	libov	lindia	lrussia
1	1.000	0.000	0.000	0.000	0.140	0.860	0.000	0.000
5	0.990	0.010	0.000	0.000	0.130	0.870	0.000	0.000
10	0.980	0.010	0.000	0.010	0.120	0.870	0.010	0.000
15	0.980	0.010	0.000	0.010	0.120	0.870	0.010	0.000
20	0.980	0.010	0.000	0.010	0.120	0.870	0.010	0.000

Fonte: Elaboração Própria

TABELA 4 - Decomposição da Variância do Erro de Previsão (FEV)

Períodos	lindia				lrussia			
	lchina	libov	lindia	lrussia	lchina	libov	lindia	lrussia
1	0.130	0.320	0.560	0.000	0.110	0.270	0.010	0.610
5	0.140	0.500	0.360	0.000	0.140	0.410	0.010	0.430
10	0.150	0.690	0.150	0.010	0.140	0.430	0.020	0.410
15	0.150	0.730	0.100	0.020	0.140	0.430	0.020	0.400
20	0.150	0.760	0.070	0.020	0.140	0.430	0.020	0.400

Fonte: Elaboração Própria

O segundo maior PIB do bloco pertence ao Brasil \$2,2457 Trilhão em 2013. O IED líquido brasileiro foi de 3,6% (PIB) em 2013. Nota-se que a proporção de IED dessas duas economias são idênticas em proporções do PIB, aparentemente os investidores consideram as informações desses países mais relevantes em relação aos demais. A terceira colocada em IED é a Rússia com 3,3% de \$2,0968 Trilhão e em quarto lugar a Índia com 1,5% de \$ 1,8768 Trilhão.

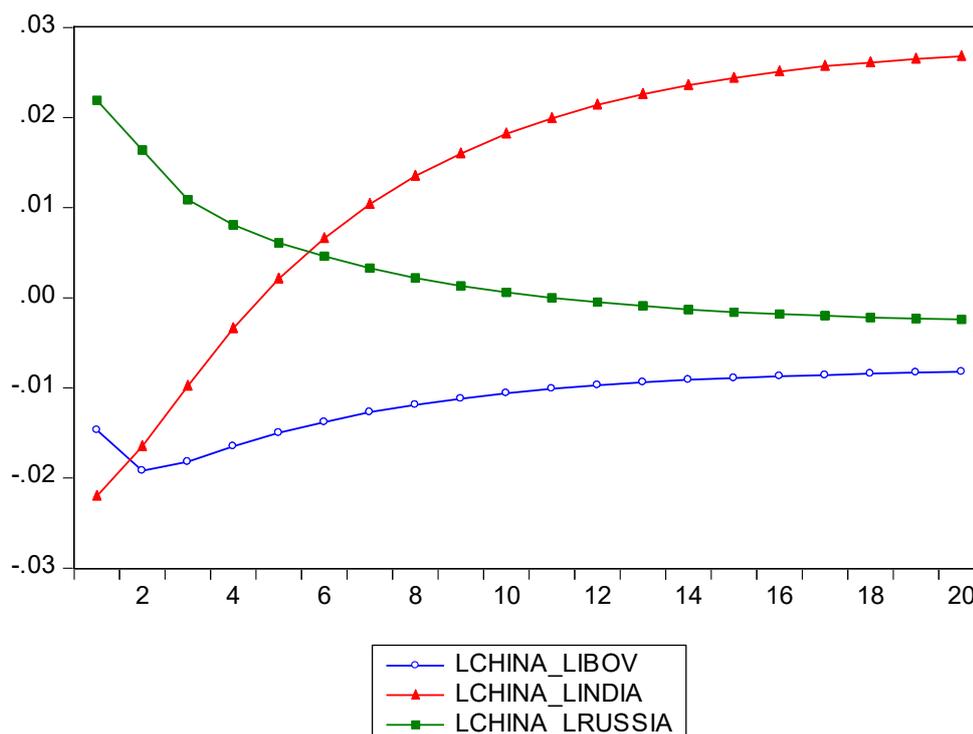
²⁶ Investimento direto estrangeiro são as entradas líquidas de investimento para adquirir uma participação duradoura de gestão (10 por cento ou mais do capital votante) em uma empresa que opera em uma economia diferente da economia do investidor. Ele é a soma de capital próprio, reinvestimento dos lucros, outro capital de longo prazo e capital de curto prazo, como mostrado no balanço de pagamentos. Esta série mostra as entradas líquidas (entradas de novos investimentos menos desinvestimentos) na economia inquirida de investidores estrangeiros e é dividida pelo PIB. (Fonte: Banco Mundial, 2015)

4.5.2 Resultado da Função Impulso Resposta

Os resultados da função de Impulso Resposta mostram a reação da variável dependente a choques nas variáveis independentes. O Gráfico 2 mostra que um choque na lchina afeta negativamente a libov e esse efeito leva mais de 20 períodos para se dissipar. A lndia responde inicialmente de forma negativa e após o quinto período essa resposta torna-se positiva. Choques na lchina mostram-se permanentes na resposta do índice de preço lndia. Choques na lchina tem feito positivo sobre a lrussia que tem duração de 10 períodos.

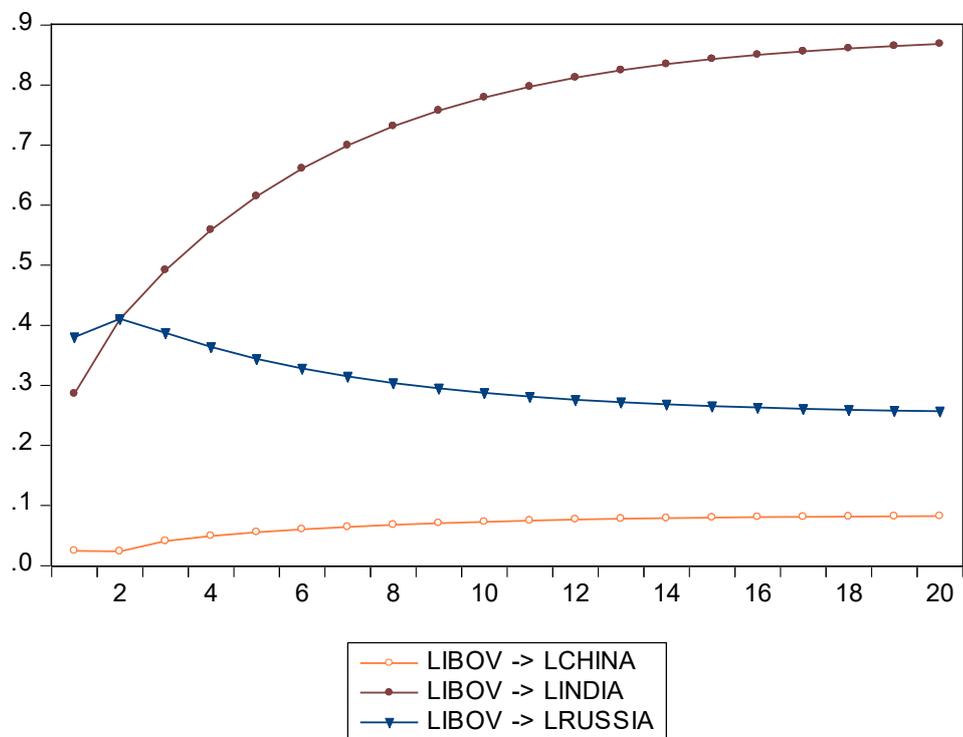
Os choques na libov tem respostas permanentes e positivas sobre os índices de preços de ações dos outros três mercados (Gráfico 3). Já os choques na lndia tem efeito positivo e com duração de oito meses na lchina, positivo e permanente a partir do primeiro período na lrussia e permanente no libov (Gráfico 4). Nesse último caso, a resposta do libov é positiva até o segundo período e torna-se negativa a partir do terceiro período. O Gráfico 5 apresenta as funções respostas aos choques dados na variável lrussia. Em todos os casos, as respostas são permanentes. Entretanto as repostas de lchina e lndia são positivas, enquanto que a de libov é negativa.

GRÁFICO 2 – Função de Impulso Resposta da Previsão do Erro (LCHINA)



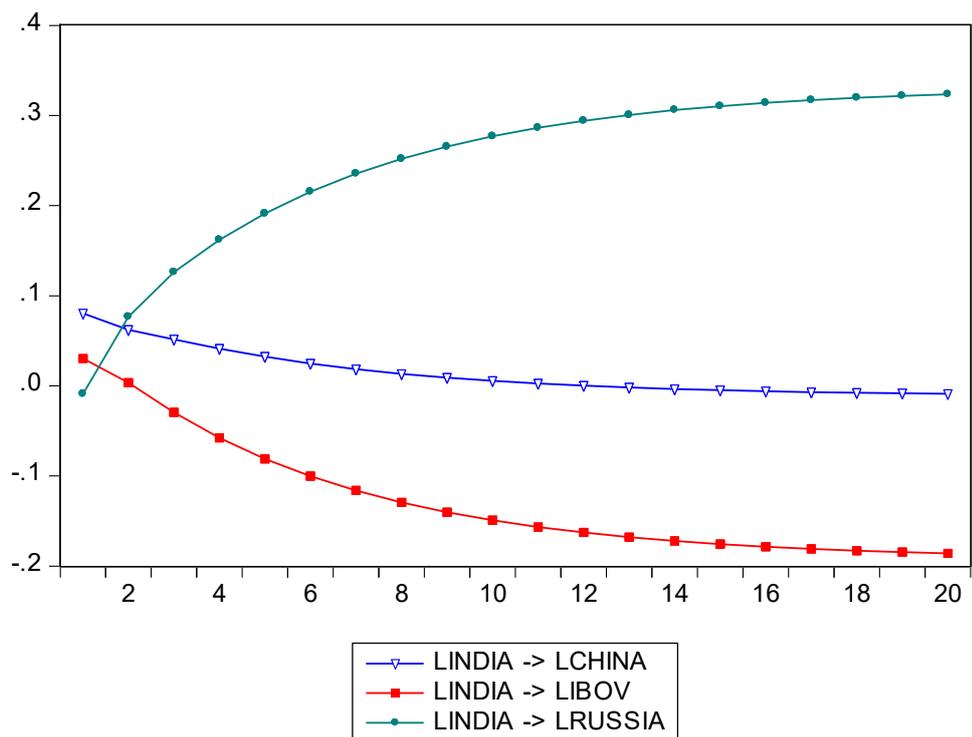
Fonte: Elaboração Própria

Gráfico 3 - Função de Impulso da Previsão do Erro (LIBOV)



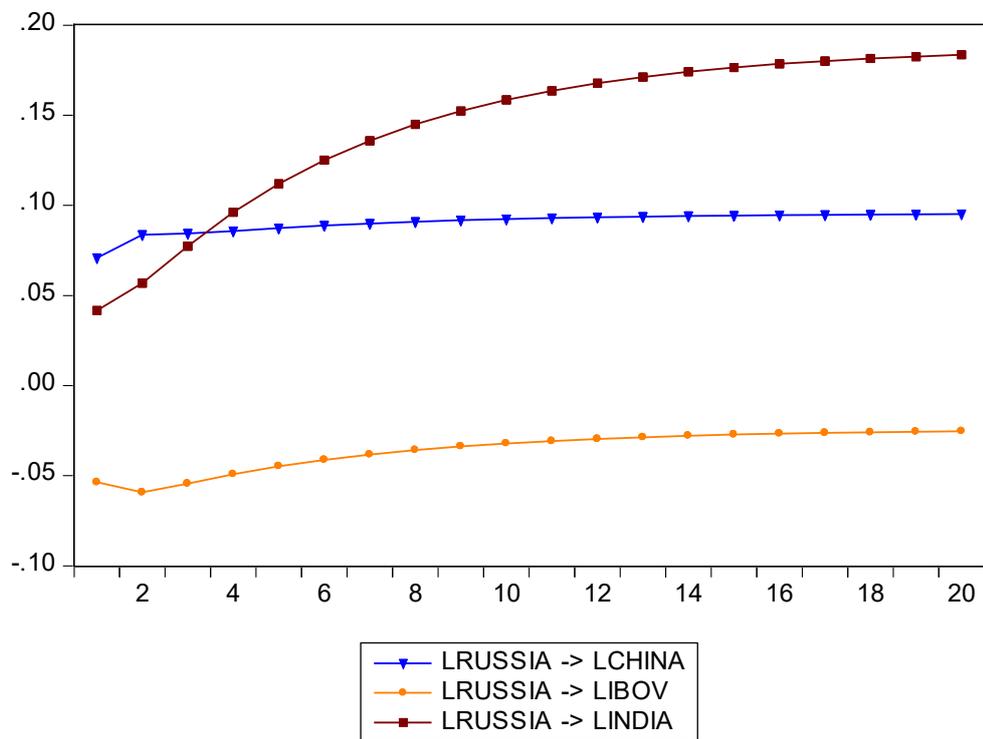
Fonte: Elaboração Própria

Gráfico 4 - Função de Impulso Resposta da Previsão do Erro (LINDIA)



Fonte: Elaboração Própria

Gráfico 5 - Função de Impulso Resposta da Previsão do Erro (LRUSSIA)



Fonte: Elaboração Própria

5 CONCLUSÃO

Este trabalho teve como principal objetivo verificar se há interdependência entre os mercados de ações dos países que compõem o BRIC e quantificar a reação desses ativos em relação a choques. Estas séries estão sujeitas a quebra estruturais geradas por crises financeiras, políticas públicas, etc. Portanto, nessa análise utilizam-se testes de quebra estrutural, bem como testes de raiz unitária e de cointegração que consideram essas mudanças estruturais.

Todas as séries apresentaram quebra estrutural ao longo de 2008. Os testes de Raiz Unitária mostram que as séries em primeira diferença são estacionárias em torno da tendência. A Hipótese de Eficiência de Mercado não é rejeitada para todos os índices de preços dos países que compõem o BRIC. As séries cointegram apenas após a consideração da quebra estrutural. O Vetor de Cointegração mostrou que China e Índia possuem tendência oposta a Brasil e Rússia no longo-prazo. Os investidores podem se beneficiar da diversificação de *portfolio* ao formarem composições com os mercados de ações do Brasil com China, ou China com Índia, ou China com Rússia e Rússia com Índia. Esses mercados apresentam sinais opostos no vetor de cointegração do bloco e não cointegram par a par.

A decomposição da variância do erro mostra que a bolsa chinesa explica até 14% os movimentos não previstos das bolsas brasileiras e indianas e que 98% da previsibilidade da bolsa chinesa são explicados pelos seus próprios movimentos. Assim há evidências que a bolsa chinesa se move primeiro, não é afetada pelos choques dos demais mercados e afeta os demais mercados do BRIC, sendo considerada a “*best price*” do grupo. A bolsa brasileira parece ser a segunda melhor em explicar os choques das demais, pois foi a única a afetar a bolsa chinesa e possui elevada influência sobre Rússia e Índia.

A função impulso resposta mostra que choques na china provocam repostas transitórias em libov e lussia, sendo negativa no primeiro e positivo no segundo mercado, e permanente e positiva, a partir do quinto período, na índia. Os choques em libov tem efeito positivo e permanentes sobre os demais mercados. Tanto libov e lchina respondem positivamente aos choques dados em índia e e lussia, mercados esses que também apresentam funções impulso respostas positivas aos choques neles.

Os sinais diferentes nos resultados do vetor de cointegração e da função impulso resposta não são antagônicos. Na verdade, representam informações diferentes. A função impulso resposta mostra, por exemplo, que movimentos não antecipados (efeitos de notícias ou políticas não antecipadas) na Rússia podem afetar negativamente o mercado brasileiro e

de forma positiva os mercados da China e Índia. Entretanto, no longo prazo Brasil e Rússia parecem competir pela atração de investimentos em ações com China e Índia.

Estas informações ampliam o conhecimento das relações econômicas no BRIC e podem guiar os formadores de políticas públicas, que podem coordenar suas ações, bem como permitem aos investidores a diversificação de seus portfólios ao considerarem a presença de interdependência financeira entre os mercados do BRIC e alternativamente diversificarem seus portfólios. Os investidores internacionais podem considerar as tendências entre os mercados China e Índia opostos a Brasil e Rússia e ajustar seus investimentos, através da escolha de portfólios internacionais mais diversificados.

REFERÊNCIAS

- ANDREWS, Donald WK. Tests for parameter instability and structural change with unknown change point. **Econometrica: Journal of the Econometric Society**, p. 821-856, 1993.
- ANDREWS, Donald WK; PLOBERGER, Werner. Optimal tests when a nuisance parameter is present only under the alternative. **Econometrica: Journal of the Econometric Society**, p. 1383-1414, 1994.
- BAI, Jushan; PERRON, Pierre. Computation and analysis of multiple structural change models. **Journal of applied econometrics**, v. 18, n. 1, p. 1-22, 2003a.
- BAI, Jushan; PERRON, Pierre. Critical values for multiple structural change tests. **The Econometrics Journal**, v. 6, n. 1, p. 72-78, 2003b.
- BAI, Jushan; PERRON, Pierre. Estimating and testing linear models with multiple structural changes. **Econometrica**, p. 47-78, 1998.
- Banco Mundial; (The World Bank, disponível em <http://www.worldbank.org/>) . Vários acessos. 2015
- BIERENS, Herman J. Testing the unit root with drift hypothesis against nonlinear trend stationarity, with an application to the US price level and interest rate. *Journal of Econometrics*, v. 81, n. 1, p. 29-64, 1997.
- BIERENS, Herman J. Testing the unit root with drift hypothesis against nonlinear trend stationarity, with an application to the US price level and interest rate. *Journal of Econometrics*, v. 81, n. 1, p. 29-64, 1997.
- CASELANI, César Nazareno; EID JR, William. Fatores Microeconômicos e Conjunturais ea Volatilidade dos Retornos das Principais Ações Negociadas no Brasil Retornos das Principais Ações Negociadas no Brasil. 2008.
- CERQUEIRA, L. F. Metodologia para a Periodização Endógena da Taxa de Inflação no Brasil e Aproximação dos seus Modelos ARIMA, 1960 a 2005. Textos Para Discussão 202. **Departamento de Economia, UFF**, 2006.
- CHOW, Y. S. A martingale inequality and the law of large numbers. **Proceedings of the American Mathematical Society**, v. 11, n. 1, p. 107-111, 1960.
- COPELAND, T.E., WESTON, J.F. *Financial Theory and Corporate Policy*. 3a ed. Reading: Addison-Wesley, 1992.
- DE MEDEIROS, Otávio Ribeiro; DE OLIVEIRA, Gustavo Rezende. Testando a existência de efeitos lead-lag entre os mercados acionários norte-americano e brasileiro.

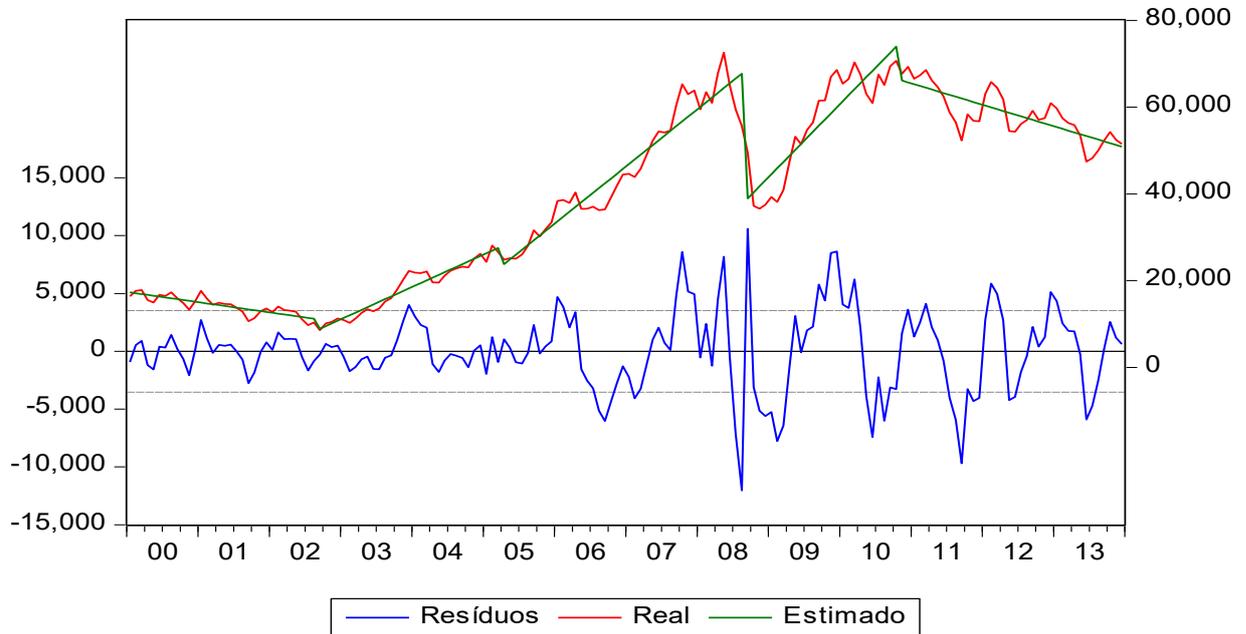
- DICKEY, David A.; FULLER, Wayne A. Distribution of the estimators for autoregressive time series with a unit root. *Journal of the American statistical association*, v. 74, n. 366a, p. 427-431, 1979.
- DICKEY, David. A. and FULLER, Wayne. A. "Likelihood ratio statistics for autoregressive time series with a unit root", *Econometrica*, 49, 1057-72, 1981.
- DOS SANTOS, José Odálio; COELHO, Paula Augusta. Análise da relação risco e retorno em carteiras compostas por índices de bolsa de valores de países desenvolvidos e de países emergentes integrantes do bloco econômico BRIC. **Revista Contabilidade & Finanças-USP**, v. 21, n. 54, p. 23-37, 2010.
- ENDERS, Walter. *Applied economic time series*. Iowa State University, 1995.
- ENGLE, Robert F.; GRANGER, Clive WJ. Co-integration and error correction: representation, estimation, and testing. **Econometrica: journal of the Econometric Society**, p. 251-276, 1987.
- FAMA, E.F. Efficient Capital Markets: A Review of Theory and Empirical Work. *Journal of Finance*, volume 25: Dezembro 1969.
- FAMA, Eugene F. Efficient capital markets: A review of theory and empirical work*. *The journal of Finance*, v. 25, n. 2, p. 383-417, 1970.
- FAMA, Eugene F. Efficient capital markets: II. *The journal of finance*, v. 46, n. 5, p. 1575-1617, 1991.
- FORBES, Kristin J.; RIGOBON, Roberto. No contagion, only interdependence: measuring stock market comovements. **The journal of finance**, v. 57, n. 5, p. 2223-2261, 2002.
- GLYNN, John; PERERA, Nelson; VERMA, Reetu. Unit root tests and structural breaks: a survey with applications. **Faculty of Commerce-Papers**, p. 455, 2007
- GUJARATI, Damodar N.; PORTER, Dawn C. *Econometria Básica-5*. McGraw Hill Brasil, 2011.
- HALDRUP, N. and S. Hylleberg, 1995, A note on the distribution of the least squares estimator of a
- HALDRUP, N., 1995, Mirror image distributions and the Dickey Fuller regression with a maintained
- HAMILTON, James Douglas. **Time series analysis**. Princeton: Princeton university press, 1994.
- HANSEN, Bruce E. The new econometrics of structural change: Dating breaks in US labor productivity. **Journal of Economic perspectives**, p. 117-128, 2001.

- HASBROUCK, Joel. One security, many markets: Determining the contributions to price discovery. **The Journal of Finance**, v. 50, n. 4, p. 1175-1199, 1995.
- HAUGEN, R.A. Modern Investment Theory. 5a ed. Nova Jersey: Prentice-Hall, 2001.
- JOHANSEN, søren; MOSCONI, rocco; NIELSEN, Bent. Cointegration analysis in the presence of structural breaks in the deterministic trend. *The Econometrics Journal*, v. 3, n. 2, p. 216-249, 2000.
- KAROLYI, G. Andrew; STULZ, René M. Are financial assets priced locally or globally?. *Handbook of the Economics of Finance*, v. 1, p. 975-1020, 2003.
- MADDALA, G. S.; WELLER, Leonardo. **Introdução à econometria**. LTC, 2003.
- MARKOWITZ, Harry. Portfolio selection*. *The Journal of Finance*, v. 7, n. 1, p. 77-91, 1952.
- MATOS, Paulo Rogério Faustino; OQUENDO, Regis; TROMPIERI NETO, Nicolino. International and Cointegration of BRIC Financial Markets, workpaper, 2014.
- NELSON, Charles R.; PLOSSER, Charles R. Trends and random walks in macroeconomic time series: some evidence and implications. **Journal of monetary economics**, v. 10, n. 2, p. 139-162, 1982.
- OLIVEIRA, Patrícia Eller de. Modelos de mudança de regime multivariados e evidência de contágio e interdependência. 2004.
- PARAMATI, Sudharshan Reddy; GUPTA, Rakesh; ROCA, Eduardo. International Equity Markets Integration: Evidence from Global Financial Crisis and Structural Breaks. In: Emerging Markets Risk Management Conference, HongKong, August. 2012. p. 15-17.
- PERRON, Pierre. 1989. "The Great Crash, the Oil-Price Shock, and the Unit-Root Hypothesis." *Econometrica*. November, 57:6, pp. 1361-401.
- PERRON, Pierre; VOGELSANG, Timothy J. Nonstationarity and level shifts with an application to purchasing power parity. **Journal of Business & Economic Statistics**, v. 10, n. 3, p. 301-320, 1992.
- PERRON, Pierre; VOGELSANG, Timothy J. Testing for a unit root in a time series with a changing mean: corrections and extensions. **Journal of Business & Economic Statistics**, v. 10, n. 4, p. 467-470, 1992.
- PESARAN, M. Hashem; PICK, Andreas. Econometric issues in the analysis of contagion. **Journal of Economic Dynamics and Control**, v. 31, n. 4, p. 1245-1277, 2007.
- PHILLIPS, Peter CB; PERRON, Pierre. Testing for a unit root in time series regression. **Biometrika**, v. 75, n. 2, p. 335-346, 1988.

- QUANDT, Richard E. Tests of the hypothesis that a linear regression system obeys two separate regimes. **Journal of the American statistical Association**, v. 55, n. 290, p. 324-330, 1960.
- random walk with drift: some analytical evidence, *Economics Letters* 48, 221-228.
- RIPAMONTI, Alexandre. Fórmula de valoração racional (RVF) e variabilidade no tempo das taxas de retornos de ativos. *Revista Contabilidade & Finanças*, v. 24, n. 61, p. 55-63, 2013.
- SAID, Said E. Unit-roots test for time-series data with a linear time trend. **Journal of Econometrics**, v. 47, n. 2, p. 285-303, 1991.
- STOCK, James H.; WATSON, Mark W. Testing for common trends. **Journal of the American statistical Association**, v. 83, n. 404, p. 1097-1107, 1988.
- trend, *Journal of Econometrics* (forthcoming)
- YAN, Bingcheng; ZIVOT, Eric. The dynamics of price discovery. In: **AFA 2005 Philadelphia Meetings**. 2007.
- YAN, Bingcheng; ZIVOT, Eric. The dynamics of price discovery. In: *AFA 2005 Philadelphia Meetings*. 2007.
- ZIVOT, Eric; ANDREWS, Donald WK. Further Evidence on the Great Crash, the Oil-Price Shock, and the Unit-Root. **Journal of Business & Economic Statistics**, v. 10, n. 0, p. 3, 1992

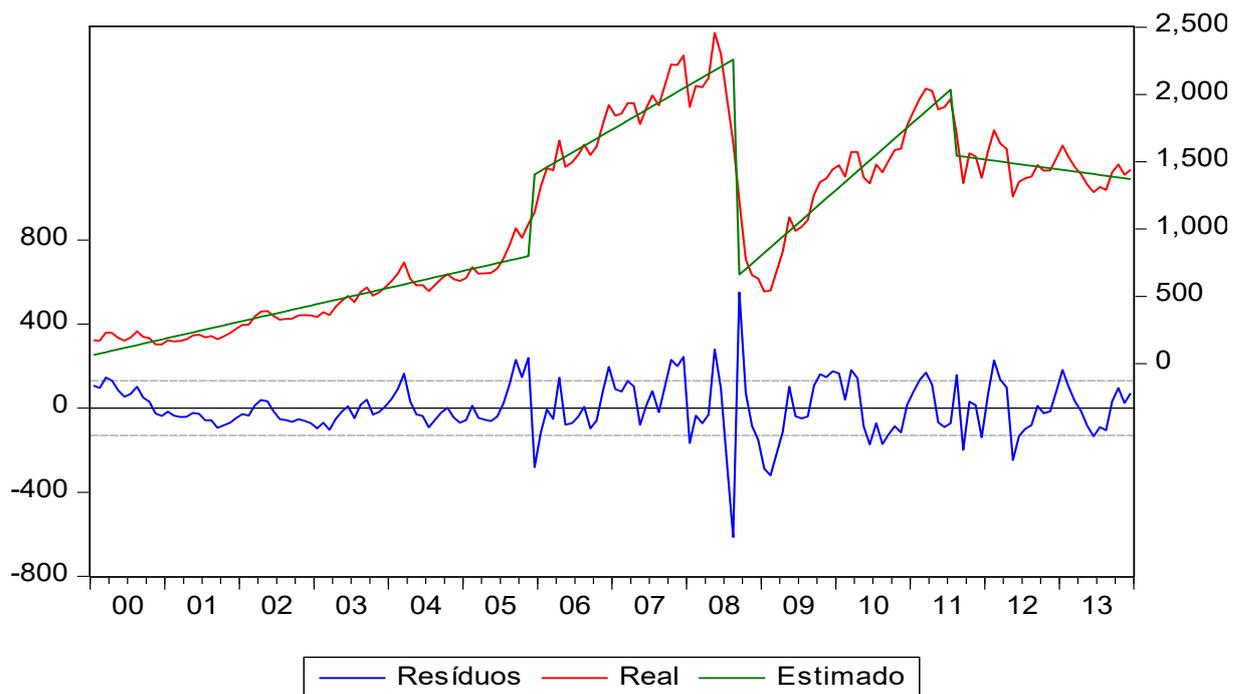
ANEXO A

GRÁFICO 6 – Resultado do teste de quebra utilizando o critério de informação Global para o Ibovespa.



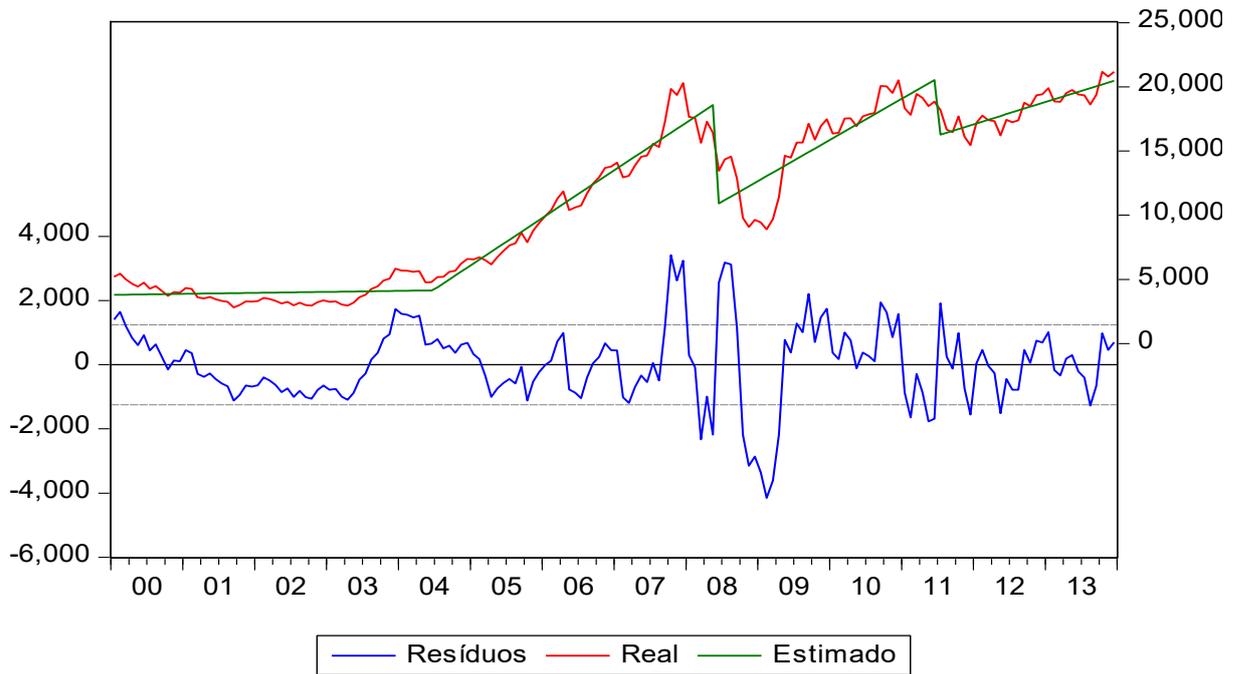
Fonte: Elaboração Própria.

GRÁFICO 7 – Resultado do Teste de Quebra para a índice RTSI (Rússia)



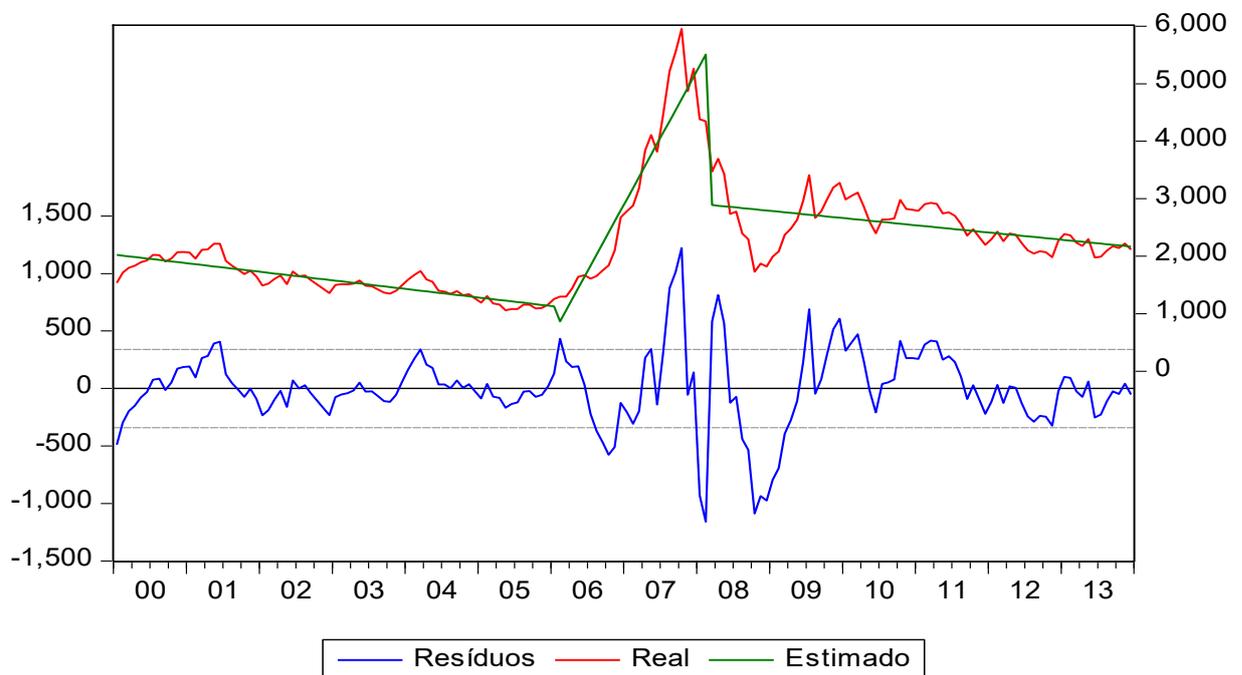
Fonte: Elaboração Própria.

GRÁFICO 8 – Resultado do Teste de Quebra do índice SENSEX (Índia)



Fonte: Elaboração Própria.

GRÁFICO 9 – Resultado do Teste de Quebra do índice SSE (China)



Fonte: Elaboração Própria.