

PSEUDÔNIMO: ECOBH

Título: ANÁLISE DE COINTEGRAÇÃO E VOLATILIDADE ENTRE OS PRINCIPAIS ÍNDICES DAS BOLSAS NORTE-AMERICANA E BRASILEIRA

Categoria: Trabalho de Conclusão de Curso

RESUMO

O estudo buscou analisar as relações de curto e longo prazo existentes entre as bolsas de valores brasileira e norte-americana, além de mensurar a volatilidade de ambos os mercados. Como os mercados financeiros estão cada vez mais interligados mundialmente é importante verificar o comportamento desses mercados a fim de fornecer novos instrumentos de análise comparativa ao investidor, diminuindo as incertezas e maximizando a relação risco-retorno. Foram utilizados os índices Dow Jones Industrial Average (DJIA), Standard & Poor's 500 (S&P 500) e Dow Jones Brazil Titans 20 ADR (BR20) para o mercado norte-americano e o Índice Bovespa (IBOV) e Índice Brasil 100 (IBrX 100) para o mercado brasileiro. Apresenta-se também uma contextualização sobre as bolsas de valores, mostrando sua evolução história e o panorama atual dos mercados, além de uma revisão bibliográfica buscando verificar o estado da arte até então. Metodologicamente, foram feitas regressões entre ambas as bolsas no período de 01 de janeiro de 2004 a 10 de agosto de 2016. Constatou-se que há uma relação de longo prazo entre os dois mercados, e que os desequilíbrios de curto prazo são corrigidos mais rapidamente através do Ibovespa (226 dias) do que pelo IBrX 100 (234 dias). Para analisar a Hipótese de Eficiência de Mercado (HEM), na sua forma fraca, utilizou-se o modelo ARIMA com o intuito de testar se é possível utilizar-se da previsibilidade dos índices para modelar o comportamento futuro das variáveis. Os resultados mostraram que apenas o Ibovespa é eficiente dentre os cinco indicadores. Por fim, para mensurar a volatilidade dos mercados, fez-se uso dos modelos ARCH e GARCH, cujos resultados apontam que ambos os mercados possuem uma persistência de volatilidade média de 97,7%. Porém, no curto prazo, a bolsa brasileira acaba reagindo mais rapidamente aos choques.

Palavras-chave: Bolsa de Valores. Índices de Mercado. Volatilidade. Cointegração.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	3
2	CONTEXTUALIZAÇÃO SOBRE AS BOLSAS DE VALORES	5
2.1	BOLSA DE VALORES DOS ESTADOS UNIDOS	6
2.2	BOLSA DE VALORES DO BRASIL	7
2.3	ÍNDICES DA BOLSA	8
2.3.1	Índice Dow Jones Average Industrial.....	9
2.3.2	Índice Standard & Poor's 500	10
2.3.3	Índice Bovespa	10
2.3.4	Índice Brasil 100	11
2.3.5	Índice Dow Jones Brazil 20 ADR.....	12
3	PANORAMA ATUAL	13
4	REVISÃO DE BIBLIOGRAFIA	22
4.1	REVISÃO TEÓRICA	22
4.1.1	Mercado acionário e suas características.....	22
4.1.2	Otimização de carteiras	26
4.1.2.1	Teoria de Markowitz	27
4.1.2.2	Modelo CAPM	29
4.1.3	Teoria da equivalência de preços e juros em economia internacional	31
4.1.4	Hipótese de eficiência de mercado	34
4.2	REVISÃO DE LITERATURA	35
5	METODOLOGIA	37
5.1	MATERIAL	38
5.2	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	38
5.2.1	Autocorrelação.....	39
5.2.2	Séries temporais e estacionariedade	40
5.2.3	Cointegração e mecanismo de correção de erros	41
5.2.4	Modelo ARIMA	42
5.2.5	Modelos ARCH e GARCH	43
6	ANÁLISE DE RESULTADOS	45
6.1	ANÁLISE DE LONGO PRAZO	46
6.1.1	Brasil <i>versus</i> Estados Unidos.....	47
6.1.2	Índice BR20 <i>versus</i> mercado norte-americano e brasileiro.....	51
6.2	ANÁLISE DE CURTO PRAZO	53
6.3	DECOMPOSIÇÃO BOX-JENKINS E A HEM	54
6.4	DECOMPOSIÇÃO ARCH E GARCH.....	56
7	CONCLUSÃO	59
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	63
	APÊNDICE A – Critérios para seleção de ativos no Ibovespa, IBrX 100 e . BR20	66
	APÊNDICE B – Teste de Dickey-Fuller.....	67
	APÊNDICE C – Metodologia Box-Jenkins.....	68
	APÊNDICE D – Resultados Completos e Auxiliares das Regressões	69
	APÊNDICE E – Resultados Completos e Auxiliares da decomposição ARIMA	77
	APÊNDICE F – Resultados Completos e Auxiliares da decomposição ARCH e	
	GARCH	79

1 INTRODUÇÃO

Em uma economia existem três tipos de agentes, os superavitários, os deficitários, e os equilibrados. Os agentes superavitários são aqueles que consomem menos do que a sua renda, os deficitários são aqueles que consomem mais do que sua renda, e os equilibrados são aqueles que consomem exatamente toda a sua renda. Todos podem ser classificados como pessoas físicas, pessoas jurídicas ou governo. Por conseguinte, é possível estabelecer uma relação entre esses agentes, uma vez que os agentes superavitários emprestam o seu excedente para os deficitários. Nessa relação é fundamental a presença dos intermediários financeiros, que são os responsáveis por promover o encontro entre os agentes e com isso transferir os recursos dos fornecedores de fundos para os tomadores de fundos.

Essa transferência de recursos é viabilizada através dos mercados financeiros, que é o local onde ocorre a troca dos ativos financeiros e onde os preços dos mesmos são estabelecidos (PINHEIRO, 2014). Com o avanço da tecnologia, foi possível que o mercado financeiro deixasse de ser um ambiente físico de encontro entre os agentes. Hoje as operações são cada vez mais rápidas e práticas, não havendo necessidade de se deslocar.

O mercado de capitais está inserido dentro do mercado financeiro, e tem como propósito fornecer uma forma de capitalização rápida e prática para as empresas, através da negociação de títulos mobiliários. Portanto, é uma alternativa a mais que os agentes da economia têm para se financiarem, objetivando sempre a melhor relação entre risco, retorno e liquidez. Dentro desse mercado, a maior parcela das negociações é feita através das ações.

O assunto abordado nesse trabalho será a verificação da existência de uma relação de curto e longo prazo entre o mercado acionário brasileiro e norte-americano, assim como o grau de volatilidade persistente. É possível perceber um aumento da interação entre os diversos mercados financeiros e esse fator se deve ao fenômeno da globalização, sendo impulsionado pelo progresso tecnológico dos últimos anos. Os investidores que antes observavam apenas o mercado doméstico passaram a observar também o estrangeiro, tendo como objetivo maximizar a relação risco-retorno através do processo de diversificação.

Com a globalização, é possível perceber que houve algumas mudanças em relação ao desempenho dos mercados financeiros. Ocorreu um aumento da volatilidade dos ativos transacionados, pois a oferta e a demanda dos mesmos estão muito mais amplas do que antes; há uma maior vulnerabilidade dos mercados domésticos em relação a fatores e agitações político-econômicos externos, podendo gerar riscos mais elevados e uma situação financeira mais frágil. Com isso, há a necessidade de uma rápida reação dos mercados a esses fatores,

precificando de forma mais eficiente essas novas informações; e os governos acabaram perdendo a capacidade e o poder de alcance para monitorar os mercados financeiros internacionalizados (PINHEIRO, 2014).

Como os Estados Unidos (EUA) possuem os maiores e mais desenvolvidos mercados de capitais do mundo, acaba sendo o destino preferido de muitos investidores e uma grande fonte de recursos para diversas empresas. Um exemplo de crescimento da interligação dos mercados financeiros internacionais é o mercado de *American Depositary Receipts* (ADRs), que possibilita que as ações de companhias estrangeiras sejam transacionadas nos EUA, permitindo a inserção dessas empresas no mercado norte-americano.

Dado essa grande inter-relação no mercado de capitais mundial, principalmente em relação ao mercado norte-americano, é cada vez mais fácil a inserção de empresas brasileiras no mesmo, possibilitando aferir a relação existente entre esses mercados no curto e longo prazo. Portanto, a pergunta a ser respondida no final desse estudo é: de que maneira ocorrem os processos de cointegração e volatilidade nos índices das bolsas de valores norte-americana e brasileira?

Diante da globalização que o mundo se encontra, onde as informações são difundidas a todo instante, não importando de qual lugar possam ter vindo, é de extrema importância que o investidor possa contar com estudos científicos que mostram como esses mercados acionários se comportam no curto e no longo prazo. Também é relevante que ele possa verificar, através de um estudo sobre a volatilidade, qual mercado apresenta maior oscilação, que se reflete em maior risco, porém com maiores possibilidades de lucratividade. Portanto, o estudo pretende possibilitar ao investidor o acesso a uma ferramenta que trará informações que podem ajudar a diminuir as incertezas na hora de realizar seus investimentos. Considerando que os riscos estão associados à incerteza, diminuir a incerteza refletirá na diminuição dos riscos, de acordo com o perfil e preferências.

O objetivo geral desse estudo é verificar se há uma relação de longo prazo entre os principais índices das bolsas norte-americana e brasileira, assim como determinar a volatilidade dos mesmos. Os objetivos específicos envolvem:

- (i) Apresentar a evolução histórica das bolsas de valores brasileira e norte-americana;
- (ii) Apresentar os principais índices que compõem as duas bolsas e sua evolução nos últimos 12 anos;
- (iii) Realizar uma explanação e caracterização do mercado acionário;

- (iv) Testar a cointegração e o mecanismo de correção de erros entre as variáveis, o que possibilita analisar a relação de longo prazo entre elas;
- (v) Determinar se o índice norte-americano Dow Jones Brazil Titans 20 ADR, composto por ADRs brasileiros, está mais cointegrado com o mercado de ações norte-americano ou com o mercado de ações brasileiro;
- (vi) Verificar a eficiência de mercado nas bolsas norte-americana e brasileira através da hipótese de eficiência de mercado e decomposição Box-Jenkins;
- (vii) Determinar um coeficiente de persistência que identifica a expressividade dos choques da volatilidade dos índices utilizados com base nos modelos ARCH e GARCH.

O presente trabalho é dividido em sete capítulos, sendo o primeiro composto por essa introdução. O segundo capítulo é composto por uma contextualização sobre as bolsas de valores norte-americana e brasileira, abordando seus aspectos históricos e seus principais índices. O terceiro capítulo apresenta o panorama atual do comportamento de ambas as bolsas durante o período de estudo, gerando indícios importantes para a elaboração e análise dos modelos econométricos. O quarto capítulo aborda a revisão bibliográfica, que é dividida entre revisão teórica e revisão de literatura. Na revisão teórica são abordadas as principais teorias de mercado de capitais, como a hipótese de eficiência de mercado (HEM), a otimização de carteiras, a relação risco e retorno de um ativo, a paridade dos preços e das taxas de juros na economia internacional, além de uma explanação e caracterização do mercado acionário. Essa parte é baseada em livros e artigos científicos. Já na revisão de literatura, são apresentados os estudos científicos existentes que estão relacionados com o tema abordado e com a metodologia utilizada. O quinto capítulo é composto pelo material e metodologia a serem utilizados nesse estudo. No sexto capítulo é feita a análise dos resultados, mostrando os testes econométricos utilizados para alcançar os objetivos do estudo, além dos resultados efetivos encontrados no mesmo. Por fim, o sétimo capítulo conta com as conclusões referentes ao estudo em questão.

2 CONTEXTUALIZAÇÃO SOBRE AS BOLSAS DE VALORES

Nesse capítulo é feita uma contextualização sobre as bolsas de valores, buscando apresentar um panorama geral sobre as mesmas. É apresentada a história da bolsa de valores brasileira (BM&FBovespa) e da bolsa de valores norte-americana (NYSE), assim como é feita uma descrição sobre os seus principais indicadores – variáveis de estudo do capítulo 6.

2.1 BOLSA DE VALORES DOS ESTADOS UNIDOS

Um dos maiores centros financeiros mundiais está localizado em Nova York, cujos mercados estão muito mais avançados que os demais, em termos de volume de negociação e geração de impacto nas economias globais. Considerando o mercado acionário e seu poder de capitalização, Nova York se encontra em primeiro lugar, sendo um importante referencial para o desenvolvimento e funcionamento dos mercados periféricos.

O início desse grande sucesso ocorreu em 1776, com a independência norte-americana, quando Nova York passou a ter maior expressividade no âmbito político-econômico do país. De forma mais precisa, seu mercado de capitais começou a ganhar força no final do século XVIII, a partir da Guerra Revolucionária, a qual forçou o governo local a introduzir uma quantidade gigantesca de dólares na economia (PINHEIRO, 2014).

A New York Stock Exchange (NYSE) é considerada a principal bolsa de valores mundial, entretanto, um pouco antes dela nascer, criou-se, em 1791, a Bolsa da Filadélfia. As negociações nesse mercado já se iniciavam no final do século XVIII com pequenas corretoras e, com o passar do tempo, o volume de negócios só foi crescendo (PINHEIRO, 2014).

Em 1792, realizou-se o acordo de Buttonwood Tree, que buscava fixar algumas regras para a continuação das negociações, visando aperfeiçoar o sistema em questão. Logo após o acordo, a bolsa de valores foi transferida para Nova York, deixando a cidade de Filadélfia, entretanto o novo regulamento continuou sendo baseado na antiga bolsa. Inicialmente, em 1817, a bolsa de Nova York passou a se chamar New York Stock and Exchange Board. Alguns anos depois, em 1863, a mesma aderiu o nome de New York Stock Exchange, que permanece até os dias atuais (PINHEIRO, 2014).

Em outubro de 1929, ocorreu a quebra da bolsa de valores de Nova York, fragilizando a economia norte-americana, fazendo com que o país entrasse em uma gravíssima depressão. As ações das empresas começaram a cair fortemente, fazendo com que os investidores se desfizessem de suas posições, vendendo rapidamente suas ações. Isso propiciou a queda do índice Dow Jones, em um único dia, em 12,82% (PINHEIRO, 2014). Muitos investidores perderam todo o seu dinheiro, empresas encerraram as suas atividades e o desemprego atingiu boa parte dos trabalhadores.

A partir da crise de 1929, o mercado norte-americano sentiu a necessidade de criar um órgão que regulamentasse o mercado de bolsa. Criou-se então a Securities and Exchange Commission (SEC), com os seguintes objetivos principais, conforme Pinheiro (2014) destaca:

1. Transparência nas informações;
2. Coordenar a participação dos investidores no mercado;
3. Monitorar as atividades relacionadas à bolsa;
4. Impedir que o mercado gere informações privilegiadas.

A princípio, a bolsa era considerada uma instituição que não visava o lucro, entretanto, nos dias atuais, a mesma é constituída por um número pequeno de acionistas, sendo considerada uma instituição privada e de capital aberto (PINHEIRO, 2014).

Em 2007, ocorreu a fusão entre a NYSE e o grupo de bolsas europeias Euronext, gerando a NYSE Euronext, o que provocou o aumento de sua representatividade na Europa. No início de 2008, a NYSE Euronext comprou a American Stock Exchange (Amex), sua concorrente no mercado de Nova York, em uma operação superior a 250 milhões de dólares. No fim de 2012, a bolsa de mercadorias e futuros Intercontinental Exchange (ICE) anunciou a compra da NYSE Euronext em uma negociação bilionária. Atualmente a sede da NYSE é em Manhattan, cuja capitalização de mercado é superior aos 19 trilhões de dólares.

2.2 BOLSA DE VALORES DO BRASIL

As bolsas de valores vêm sofrendo intensas modificações em sua estrutura ao longo dos anos. No Brasil credita-se o seu desenvolvimento ao crescimento e à evolução da estrutura financeira interna, sendo fundamental para consolidar a posição atual do país no mercado mundial (OLIVEIRA, 1980; RUDGE e CAVALCANTE, 1998).

O surgimento da primeira bolsa de valores no Brasil ocorreu em 1845, com a inauguração da Bolsa de Valores do Rio de Janeiro. Anos mais tarde foram emergindo novas bolsas, como a Bolsa Livre, fundada em 1890, que passou a se chamar Bolsa de Fundos Públicos de São Paulo e Bolsa Oficial de Valores de São Paulo, respectivamente em 1895 e 1935 (ASSAF NETO, 2012; EIZIRIK, 2008).

Em 1967, a Bolsa Oficial de Valores de São Paulo alterou seu nome para Bolsa de Valores de São Paulo (Bovespa). A partir da década de 70, ocorreu uma série de evoluções tecnológicas na Bovespa como, por exemplo, a inauguração de um pregão automatizado e do Mega Bolsa (sistema de negociação eletrônico), respectivamente em 1972 e 1997. Isso permitiu que a Bovespa aumentasse sua eficiência nas negociações, se tornando referência na América Latina (PINHEIRO, 2014; EIZIRIK, 2008).

O processo de informatização continuou se aperfeiçoando ao longo do tempo, e no final da década de 90 foi lançado o *home broker* e o *after market*, tendo como objetivo inserir

o pequeno investidor no mercado de capitais brasileiro. Com o intuito de se estabelecer mundialmente e se tornar mais competitiva, no ano 2000 consolidam-se todas as bolsas de valores existentes no Brasil, possibilitando o crescimento da Bovespa no âmbito internacional. Em 2007, a Bovespa abriu o seu capital, tornando-se Bovespa Holding S.A (PINHEIRO, 2014; EIZIRIK, 2008).

Por outro lado, o Brasil também desenvolveu uma bolsa ligada às atividades agropecuárias. A mesma surgiu em 1917, com a denominação de Bolsa de Mercadorias de São Paulo (BMSP). Posteriormente, em 1985, cria-se a Bolsa Mercantil e de Futuros (BM&F), que foi conquistando grande espaço no cenário brasileiro após sua fusão com a BMSP e a Bolsa Brasileira de Futuros (BBF) – fundada em 1983 e com sede no Rio de Janeiro –, respectivamente em 1991 e 1997. A mesma passou a se chamar Bolsa de Mercadorias e Futuros (BM&F), cuja sigla se manteve, tornando-se a principal negociadora de derivativos da América do Sul. Entretanto, em 2007, ocorreu a desmutualização da BM&F, renomeando-se BM&F S.A (PINHEIRO, 2014; EIZIRIK, 2008).

Para consolidar de vez a posição da bolsa brasileira no âmbito internacional, houve a fusão entre a Bovespa Holding e a BM&F em 2008, gerando a BM&FBovespa S.A, que passou a englobar as negociações de títulos e valores mobiliários, mercadorias e futuros em uma única bolsa (PINHEIRO, 2014). Após esse processo, a BM&FBovespa está conquistando cada vez mais espaço mundialmente, crescendo em termos de valor de mercado e sendo referência para os países latino-americanos.

2.3 ÍNDICES DA BOLSA

As bolsas de valores possuem também seus índices que, conforme Assaf Neto (2012), buscam representar o comportamento médio de uma carteira hipotética de ações, servindo como “*proxy*” para o desempenho do mercado acionário. Segundo o mesmo autor, é importante que o índice capte toda a sensibilidade de variação do mercado e com isso possibilite o estudo de determinado ativo.

Fortuna (2008) salienta que os índices buscam antecipar os movimentos da bolsa e, a partir desses indicadores, é possível que o investidor, juntamente com outras variáveis e ferramentas, trace estratégias de mercado. Outro fator interessante em relação aos índices é que os mesmos também refletem as tendências da economia, ou seja, tanto os fundamentos das empresas quanto o cenário econômico os afetam.

Cavalcante, Misumi e Rudge (2009) enfatizam que os índices da bolsa, também conhecidos como índices de mercado, exercem três grandes finalidades:

- (i) Retratar as flutuações nos preços do mercado;
- (ii) São ótimos indicadores de análise de desempenho das carteiras;
- (iii) Podem ser negociados no mercado futuro.

Levando em consideração que o estudo engloba apenas indicadores do Brasil e dos EUA, os principais índices são, considerando a abrangência no desempenho do mercado como um todo e sua influência, o Dow Jones Industrial Average(DJIA) e o Standard & Poor's 500(S&P 500) nos EUA e o Ibovespa (IBOV) e o Índice Brasil 100 (IBrX 100) no Brasil. Fazendo uma conexão entre as ações brasileiras e o mercado acionário norte-americano, há um índice criado há 12 anos, nos EUA, que mostra a evolução dos principais ADRs brasileiros negociados na bolsa de Nova York, conhecido como Dow Jones Brazil Titans 20 ADR. Ou seja, é um índice que relaciona, de forma indireta, as duas bolsas. A seguir, é possível compreender um pouco mais sobre cada índice que será utilizado no estudo, assim como entender a metodologia que está por trás de cada um deles.

2.3.1 Índice Dow Jones Average Industrial

É um dos principais índices do mercado acionário norte-americano e mundial, gerando grandes impactos na *performance* dos demais mercados bursáteis. As decisões econômicas que ocorrem no mercado local afetam fortemente o índice, o qual influenciará nos indicadores dos demais países. Dessa forma, pode-se esperar uma estreita ligação entre os índices mundiais.

Sua criação ocorreu em 1884, pela empresa Dow Jones & Co, uma parceria entre Charles Dow e Edward Jones, sendo considerado pioneiro em relação aos índices de preço de ações. Inicialmente ele era composto por onze empresas, sendo que duas delas eram indústrias e as demais faziam parte do setor ferroviário (ASSAF NETO, 2012).

A metodologia utilizada era muito simples, apenas uma média aritmética de todas as cotações, isto é, o somatório dos preços das ações dividido pelo número de empresas participantes. Entretanto, quando a empresa realizava o desdobramento das ações (*split*) ou o agrupamento das mesmas (*inplit*),¹ o método apresentava falhas. A solução inicial foi

¹Mais detalhes sobre *split* e *inplit* podem ser vistos no capítulo 4.

ponderar o preço de cada ação pela quantidade de vezes que ocorria *split* ou *inplit*, complicando fortemente a análise do indicador. (MELLAGI FILHO e ISHIKAWA, 2012).

Mellagi Filho e Ishikawa (2012) ainda acrescentam que para acabar definitivamente com o problema de cálculo do índice, criou-se um fator denominado “divisor”, que seria utilizado nas ponderações dos preços das ações. Dessa forma, toda vez que ocorresse *split* ou *inplit* esse fator é que seria ajustado, o qual manteria estável o preço médio da ação. Essa forma de cálculo permanece até os dias de hoje, sendo que o divisor é divulgado diariamente pelo Wall Street Journal. Pinheiro (2014) relata que o índice é composto pelas trinta empresas industriais com maior volume de negócios na NYSE e tem como data base o dia 02 de janeiro de 1887, com valor base de 100.

2.3.2 Índice Standard & Poor’s 500

O índice S&P 500 é relativamente diferente do índice Dow Jones, dado que sua metodologia de cálculo é baseada no valor de mercado das empresas, ou seja, através do produto entre o número de ações que foram lançadas pela empresa e suas respectivas cotações no mercado bursátil. Em função disso, não se utiliza ponderações fixas no cálculo, dado que o valor de mercado das empresas está em constante modificação (ASSAF NETO, 2012). Mellagi Filho e Ishikawa (2012) comentam que esse método começou a ser difundido mais fortemente nos EUA em meados da década de 50, atraindo novos adeptos.

O índice é composto pelas 500 empresas mais representativas, sendo 400 de indústrias, 40 de finanças, 40 de utilidades, e 20 de transporte. Possui data base de 1943 e valor base de 10. O cálculo utilizado é uma média aritmética ponderada de preços de Paasche, ou seja, que utiliza o ano anterior dos índices no cálculo (PINHEIRO, 2014). A ponderação que cada ação recebe na carteira hipotética vai depender da proporção existente entre o seu valor de mercado e o valor total da carteira.

Pode-se afirmar que esse índice reflete melhor a *performance* do mercado do que o índice Dow Jones, pois leva em consideração uma vasta amostragem. No entanto, o mesmo não recebe o mesmo destaque na mídia como o seu compatriota (MELLAGI FILHO e ISHIKAWA, 2012).

2.3.3 Índice Bovespa

Fortuna (2008) salienta que o Ibovespa é um indicador extremamente importante para o mercado brasileiro, pois ele expressa o comportamento de um conjunto de ações em

determinado período de tempo, colaborando na análise de desempenho do mercado. Sua criação ocorreu em 1968, com valor base de 100 pontos. Da mesma forma que os demais índices de preços de ações, é constituído a partir de uma carteira hipotética. Para que o ativo seja selecionado é preciso atender a alguns critérios de inclusão, conforme regulamentação da BM&FBovespa, demonstrados no Apêndice A.

Para fins de cálculo do Ibovespa, não se considera qualquer tipo de investimento extra feito pela empresa, exceto ajustes relacionados aos dividendos e outros proventos distribuídos pela companhia. Dessa forma, é um indicador que tem a capacidade de mensurar o retorno total das ações, englobando tanto as flutuações de preços quanto o impacto dos proventos distribuídos ao longo do tempo (ASSAF NETO, 2014).

Portanto, pode-se calcular o Ibovespa através do somatório das ponderações de cada ação da carteira. A fórmula a seguir retrata como o cálculo é feito (FORTUNA, 2008):

$$IBOVESPA_t = \sum_{i=1}^n P_{i,t} \times Q_{i,t} \quad (1)$$

onde $IBOVESPA_t$ é o índice no instante t ; n é o número total de ações componentes da carteira hipotética; P é o último preço da ação i no instante t ; Q é a quantidade teórica da ação i na carteira no instante t .

Os ajustes em relação à composição da carteira são feitos a cada quatro meses, com o intuito de se adequar às mudanças de mercado, mantendo o índice o mais representativo possível. Podem ocorrer modificações tanto nos pesos como na própria composição do indicador. Para que uma ação seja excluída do índice, é necessário que a mesma viole, no mínimo, dois dos critérios de inclusão (FORTUNA, 2008).

2.3.4 Índice Brasil 100

Fortuna (2008) explica que o IBrX 100, conforme o próprio nome diz, retrata o desempenho de uma carteira hipotética com 100 ações, cuja seleção é baseada no critério de negociabilidade, volume monetário e quantidade de ações disponíveis. Da mesma maneira, busca-se calcular o retorno da carteira, a fim de refletir o comportamento do mercado. De forma semelhante ao Ibovespa, o IBrX 100 também é um índice que mensura o retorno total das ações componentes. Os critérios de inclusão para os ativos podem ser vistos no Apêndice A.

A vigência da carteira também é quadrimestral, portanto ao final de cada período ocorre a revisão da mesma com o objetivo de adequá-la cada vez mais ao movimento de

mercado. Também podem ocorrer mudanças nas ponderações das ações antes dos períodos de revisão, uma vez que os preços das ações se modificam ao longo do tempo e as empresas distribuem dividendos e outros benefícios aos investidores (PINHEIRO, 2014).

A metodologia de cálculo utilizada no IBrX 100 é a seguinte (FORTUNA, 2008):

$$IBrX\ 100_t = IBrX\ 100_{t-1} \times \frac{\sum_{i=1}^n Q_{i,t-1} \times P_{i,t}}{\sum_{i=1}^n Q_{i,t-1} \times P_{i,t-1}} \quad (2)$$

onde: $IBrX\ 100_t$ é o valor do índice no dia t ; $IBrX\ 100_{t-1}$ é o valor do índice no dia anterior; n é o número de ações integrantes da carteira (100); $Q_{i,t-1}$ é a quantidade teórica de ação i disponível à negociação no dia anterior; $P_{i,t}$ é o preço de ação i no fechamento do dia t ; e $P_{i,t-1}$ é o preço de ação i no fechamento do dia anterior.

2.3.5 Índice Dow Jones Brazil 20 ADR

Com a globalização estando cada vez mais difundida, fazendo com que os mercados tenham interesse em se expandir mundialmente, capitalizando diversos recursos, surgiu o mercado de ADRs. Como explicado na introdução deste estudo, esse mercado permite que empresas estrangeiras negociem suas ações no mercado de capitais dos EUA, aumentando a diversidade de investidores em suas companhias.

De forma simplificada, os ADRs podem ser divididos em três níveis: Nível I, que consiste na negociação feita apenas no mercado de balcão, não permitindo a oferta pública. Dessa forma não há negociação na bolsa de valores; Nível II, onde os ADRs já podem ser negociados em bolsa, porém ainda não são permitidas ofertas públicas; e o Nível III, que permite a oferta pública de ADRs da empresa na bolsa norte-americana, entretanto gera maiores custos para a empresa emissora. Outra alternativa interessante é o ADR regido pela Norma 144-A, que regula o funcionamento do mercado de bolsa dos EUA em detrimento das empresas estrangeiras que utilizarão o mercado. Essa regra autoriza as companhias a captarem novos recursos somente no mercado de balcão, através de grandes investidores institucionais (RESENHA BM&F, 2005; PINHEIRO, 2014).

No fim de 2004, a BM&F e a Dow Jones resolveram criar, conjuntamente, um índice que representasse o comportamento dos ADRs brasileiros. Desse acordo surgiu o índice Dow Jones Brazil Titans 20 ADR(BR20), que pertence à classe de índices denominada Dow Jones Country Titans, que representa os ADRs de diversos outros países. O objetivo desse indicador é reproduzir o desempenho das principais ações brasileiras negociadas no mercado norte-americano, de acordo com sua liquidez (RESENHA BM&F, 2005).

O índice é calculado de duas maneiras: com base apenas nas flutuações dos seus preços, ou com base em seu retorno total, ou seja, englobando os proventos. As ações são ponderadas conforme sua capitalização de mercado, sendo restritas da seguinte forma: o peso de uma só empresa será no máximo 25% do índice e a soma dos pesos das cinco principais empresas não pode superar 50% do índice total. A cada trimestre são feitas revisões no índice, modificando as ponderações conforme seja necessário (RESENHA BM&F, 2005). Os critérios de inserção das ações no índice se encontram no Apêndice A.

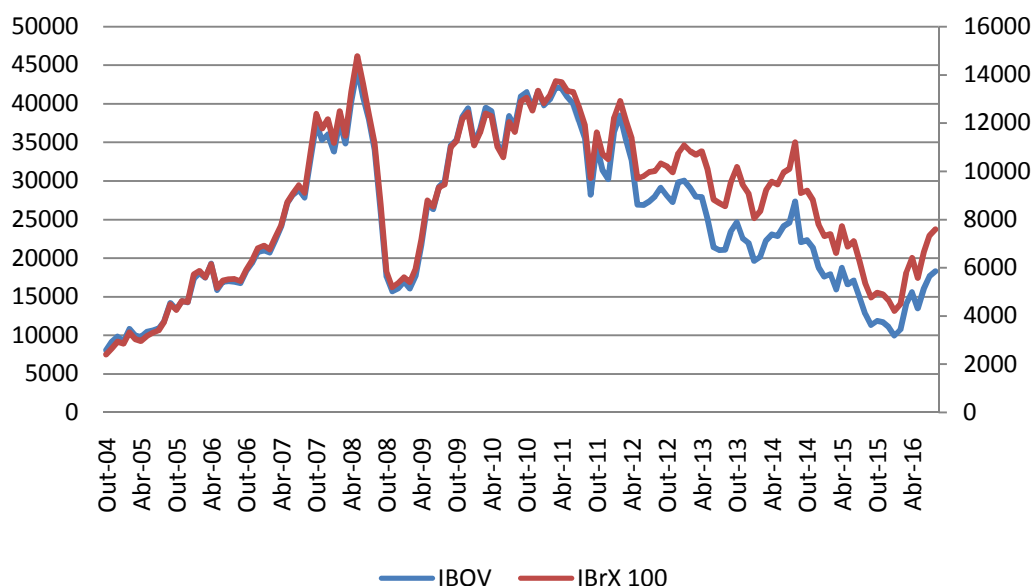
Portanto, é possível afirmar que o índice de ADRs brasileiros nos EUA representa uma evolução do mercado de ações brasileiro no cenário internacional. A criação do índice por parte de duas grandes referências no mercado de bolsas mundial gera uma expectativa muito grande para novos investimentos nos mercados em ascensão.

3 PANORAMA ATUAL

Para compreender melhor os procedimentos econométricos que serão feitos posteriormente, é importante que se analise graficamente a evolução dos índices durante o período de estudo, o qual tende a gerar alguns indícios dos possíveis resultados e permitirá a visualização do comportamento das variáveis. Todos os indicadores estão cotados em dólar para facilitar a análise comparativa.

No Gráfico 1 é possível ver o comportamento dos índices brasileiros durante os últimos 12 anos. No eixo esquerdo e direito se encontram, respectivamente, o Ibovespa e o IBrX 100. Nota-se que ambos os índices oscilam de forma conjunta ao longo do tempo. Até meados de 2012, as séries andam praticamente coladas, começando a se distanciar a partir de então. É possível identificar uma correlação positiva muito forte entre as variáveis, e isso se deve, principalmente, em função dos índices refletirem os mesmos fatores internos e externos da economia.

Gráfico 1 - Índices da bolsa de valores brasileira em pontos (U\$)



Fonte: Elaboração do autor com base nos dados do *software* Economática.

Entre outubro de 2004 e maio de 2008, ambos os índices estavam em ascensão. Pode-se creditar esta alta ao bom desempenho da economia nesse período, com o governo brasileiro aproveitando o “boom” das *commodities*, os investimentos crescendo fortemente e um cenário internacional favorável. Esse momento positivo na economia brasileira estava acontecendo desde o governo anterior, que priorizava a estabilização da economia, o controle da inflação, e o estímulo ao consumo e ao investimento. Durante esse período, o Ibovespa teve uma valorização de 452%, enquanto que para o IBrX 100 esta alta foi de 515%, sendo caracterizado como um grande período de “euforia” no mercado, conforme teoria de Charles Dow (1902).

Antes da crise do *subprime* atingir o mercado de capitais brasileiro, a fusão da Bovespa Holding com a BM&F alavancou o mercado de bolsa do país, tornando-se uma das principais bolsas de valores do mundo, com recordes de volume negociado. Entretanto, o bom desempenho da bolsa foi interrompido pela crise de 2008, gerando uma intensa fuga de capitais estrangeiros e uma fase de “pânico” no mercado. Nesse período conturbado, ambos os índices chegaram a cair cerca de 64%. Percebe-se uma forte quebra estrutural em ambas as séries, mudando a direção de sua evolução. Essa situação se perdurou até o primeiro trimestre de 2009, impactando negativamente no volume negociado do período.

A partir do segundo trimestre de 2009, ambos os índices passaram a ganhar força, mostrando que o mercado brasileiro estava reagindo à crise norte-americana, impulsionado pela estabilidade de seu mercado financeiro. Houve um crescimento relativamente contínuo dos índices até final de 2009, cujo Ibovespa e IBrX 100 cresceram, respectivamente, 123% e

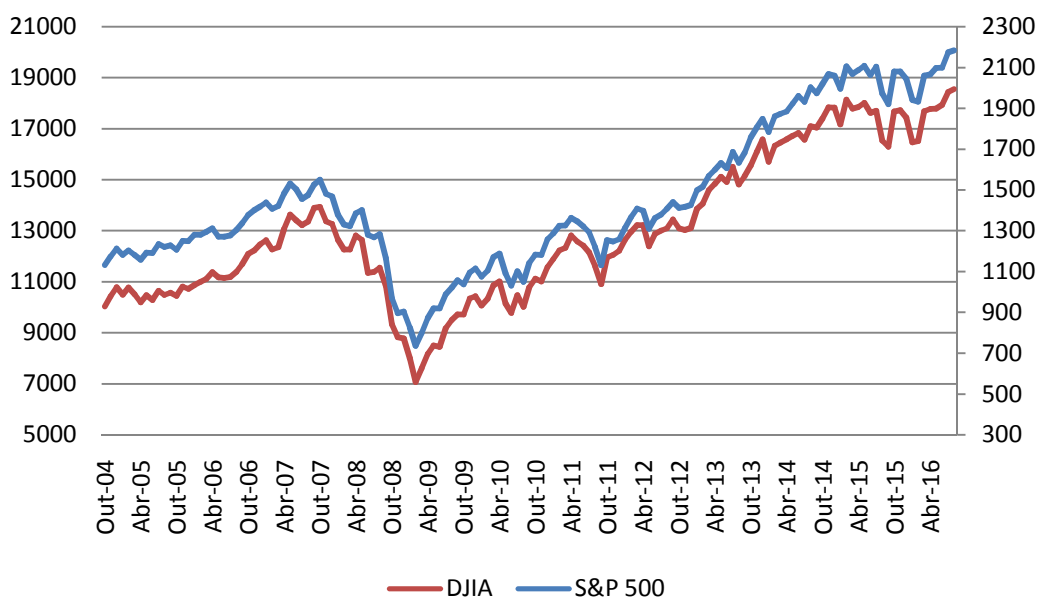
109%. A partir de então houve um período de “distribuição” no mercado, onde os índices oscilaram em um intervalo relativamente pequeno. Aparentemente, esperava-se que os índices continuassem a aumentar, entretanto, a partir do segundo trimestre de 2011, ocorreu uma reversão negativa na tendência de mercado que se manteve até o final de 2015, gerando queda de 74% no Ibovespa e 66% no IBrX 100. Esse declínio pode ser creditado à crise europeia e às políticas adotadas pelo governo brasileiro, que geraram desconfiança nos investidores e uma crise interna. Em 2016, os índices voltaram a subir em decorrência das expectativas de mudança no governo brasileiro, devolvendo a confiança aos investidores estrangeiros.

Analisando conjuntamente o Gráfico 1, percebe-se cinco momentos distintos em ambas as séries, gerando indícios de quebras estruturais. Dessa forma, leva-se a crer que as mesmas não são estacionárias em sua origem. Entretanto, apresentam um comportamento comum, com variações semelhantes, tendendo a gerar uma relação de longo prazo e uma alta correlação positiva.

Voltando a análise para os indicadores norte-americanos, o Gráfico 2 mostra a evolução das séries. O eixo esquerdo e direito referem-se, respectivamente, aos índices Dow Jones e S&P 500. Da mesma forma que ocorre no Brasil, nos EUA também é possível perceber uma relação positiva entre os seus índices. Dessa maneira, as oscilações que ocorrem ao longo do tempo refletem de forma semelhante em ambos os indicadores. Como explicitado anteriormente, os principais índices da bolsa dentro de um país tendem a ter comportamentos análogos no longo prazo, pois apesar das metodologias divergirem, os impactos sofridos pelas variáveis são os mesmos. Ou seja, qualquer variação na economia interna, no cenário internacional e na confiança dos investidores nacionais e estrangeiros, impacta no mercado de capitais como um todo.

O mercado norte-americano apresenta características peculiares, atraindo investidores de todos os países. A confiança existente nesse mercado é muito grande, dado o tamanho de sua economia. Uma característica interessante nos EUA é que a proporção de investidores no mercado de bolsa em relação à sua população é altíssima, aproximadamente 65%. No Brasil, essa razão nem chega a 0,3% (INFOMONEY, 2013). Isto demonstra que a população norte-americana tem como tradição realizar investimentos, e que não abandona o mercado tão facilmente apesar das possíveis dificuldades.

Gráfico 2 - Índices da bolsa de valores norte-americana em pontos (US\$)



Fonte: Elaboração do autor com base nos dados do *software* Economática.

O Gráfico 2 evidencia um comportamento crescente relativamente linear das séries, apesar da queda no período da crise de 2008. Pode-se dividir o gráfico em três momentos: pré-crise, crise e pós-crise. No período pré-crise, os índices apresentaram uma leve subida, cerca de 37% para o S&P 500 e 39% para o Dow Jones. A partir do final da década de 90, o governo norte-americano começou a incentivar o mercado financeiro, diminuindo as taxas de juros e estimulando o crédito e o consumo. Isso ocorreu em função da crise das empresas “ponto com”, ou seja, empresas voltadas ao mundo digital. Havia uma expectativa muito grande em relação ao desenvolvimento e crescimento das mesmas, todavia, elas não corresponderam aos investimentos que foram feitos, entrando em decadência.

Para reaquecer a economia norte-americana, o Federal Reserve (FED) resolveu implantar uma política monetária expansionista, a fim de reduzir os juros da economia e incentivar o mercado de crédito. Essa política, de alguma forma, gerou grandes incentivos, fazendo com que a bolsa voltasse a se recuperar no último semestre de 2002. Contudo, com o crédito barato e fácil, o consumo aumentou fortemente e houve uma valorização dos imóveis, tornando-se uma grande fonte de investimentos. A partir de então, o mercado financeiro norte-americano começou a criar uma nova bolha ocasionada pelas hipotecas.

Os efeitos dessa política começaram a ser sentidas já no final de 2007, quando a população se deu conta que não conseguiria realizar os pagamentos das hipotecas, aumentando a inadimplência no setor financeiro e deteriorando as expectativas do mercado em relação à economia real. O reflexo desse momento pode ser visto instantaneamente através da

queda dos índices da bolsa. Até fevereiro de 2009, os índices entraram em uma tendência decrescente, gerando uma queda de, aproximadamente, 53% no índice S&P 500 e 49% no índice Dow Jones.

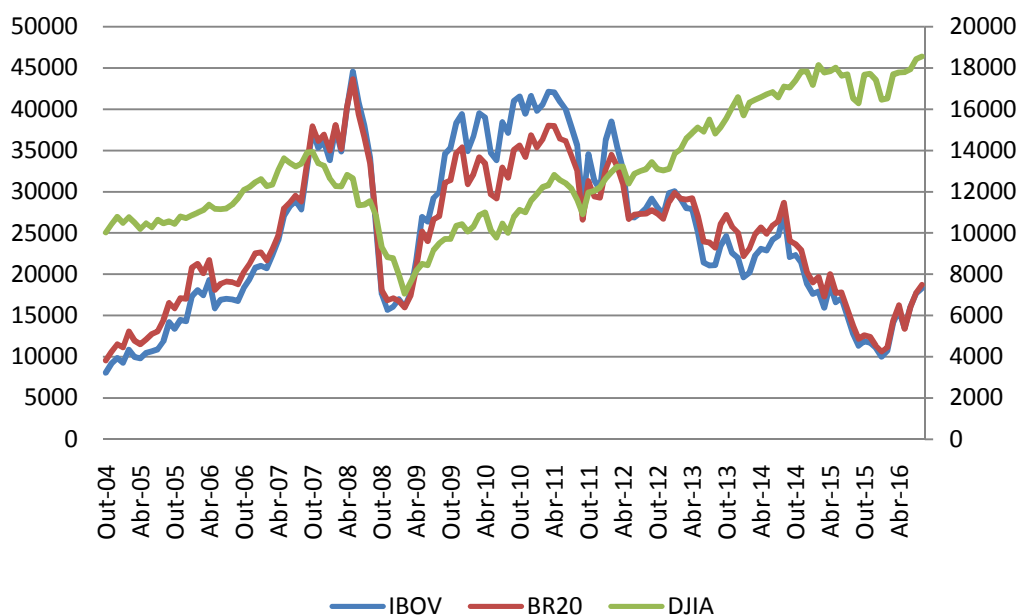
Depois desse período de grandes oscilações, ocasionando uma das crises mais graves do capitalismo, o mercado e a economia norte-americana começaram a dar sinais de melhora. Tanto o governo quanto o FED implementaram políticas para reativar a economia. Inicialmente o FED adotou uma política monetária extremamente frouxa, uma vez que tinha aumentado os juros em 2006. Com isso, pretendia-se dar maior liquidez à economia. Foram inúmeras políticas adotadas, buscando estabilizar a economia, recuperar o mercado financeiro e retomar o crescimento econômico. E isso realmente foi acontecendo, no entanto, em um processo gradual.

Logo, olhando para o Gráfico 2, nota-se realmente o aumento gradativo dos índices, refletindo o momento econômico dos últimos tempos. Em 2011, houve uma pequena queda provocada pela crise europeia e pela crise da dívida norte-americana. A economia dos EUA está se solidificando cada vez mais, e os resultados são mostrados pela própria bolsa. No acumulado do período pós-crise, os índices S&P 500 e Dow Jones se valorizaram, respectivamente, em 197% e 163%.

Dessa forma, também leva-se a crer que as variáveis não são estacionárias em sua origem. Todavia, apresentam um comportamento comum, com oscilações similares, tendendo a gerar uma relação estável no longo prazo. Há indícios também de presença de quebras estruturais em cada um dos períodos analisados: pré-crise, crise e pós-crise.

Para analisar o comportamento do índice BR20 é necessário utilizar um índice brasileiro e um índice norte-americano como parâmetros, dado que o mesmo representa o comportamento das ações brasileiras no mercado norte-americano. Com isso, é possível analisar a relação existente entre os dois mercados de capitais. Os índices escolhidos foram o Ibovespa e o Dow Jones, que representam os principais *benchmarks* dos respectivos mercados. O Gráfico 3 mostra a evolução dos índices ao longo dos anos, sendo que o eixo esquerdo representa o Ibovespa e o índice BR20, enquanto que o eixo direito representa o índice Dow Jones.

Gráfico 3 – Comparação entre os índices IBOV, BR20 e DJIA em pontos (US\$)



Fonte: Elaboração do autor com base nos dados do *software* Economática.

Nota-se uma estreita relação entre o índice BR20 e o Ibovespa, gerando indícios de que o índice BR20 tenha uma relação mais estável de longo prazo com o mercado brasileiro do que com o norte-americano. Essa análise é de extrema importância para o investidor, pois ele conhecendo o comportamento das variáveis e a relação causal existente, é possível que o mesmo trace estratégias de investimento caso se comprove estatisticamente uma relação de longo prazo entre os índices. A correlação positiva entre o índice BR20 e o Ibovespa – consequentemente com o IBrX 100 – é visível. Pode ser que o processo de arbitragem entre as ações esteja acarretando essa similaridade entre as duas séries, isto é, essas 20 principais ações brasileiras que são negociadas nos EUA também são negociadas no Brasil, permitindo que o investidor compre a ação no mercado mais barato e venda no mais caro², estreitando a ligação entre os mercados e equalizando os preços das ações.

O índice Dow Jones, por sua vez, apresenta um comportamento semelhante com os demais índices até o final de 2012, divergindo posteriormente. Os períodos que antecedem a crise mostram que o mercado acionário brasileiro estava evoluindo mais fortemente do que o norte-americano: Ibovespa cresceu 452% (até maio de 2008); Dow Jones subiu 39% (até outubro de 2007); e BR20 aumentou 358% (até maio de 2008). Como foi retratado anteriormente, a crise começou a afetar os EUA já em 2007, enquanto que no Brasil ela se instalou em meados de 2008. Entretanto, o impacto da crise na bolsa de valores foi superior

²*Ceteris Paribus*.

no Brasil³, pois o Ibovespa caiu 64% em 10 meses enquanto que o Dow Jones caiu 49% em 17 meses. O índice BR20 seguiu mais uma vez o comportamento do mercado brasileiro, caindo 63% em 10 meses.

A partir de então ambos os mercados começaram a reagir, porém, o mercado brasileiro se recuperou muito mais rápido do que o americano. Entre fevereiro de 2009 e outubro de 2011, Ibovespa, BR20 e Dow Jones aumentaram, respectivamente, 115%, 96% e 69%. Dessa forma, por mais que o índice de ADRs brasileiros tenha se valorizado, esse aumento não foi tão alto quanto o Ibovespa, pois o mercado norte-americano estava se recuperando lentamente. Após esse período, o mercado bursátil brasileiro começou a se distanciar levemente do mercado norte-americano. Percebe-se que os índices se cruzam no final de 2012, gerando uma discrepância entre os comportamentos desses indicadores. Enquanto o mercado norte-americano está em ascensão, mostrando cada vez mais sua força, o mercado brasileiro começa a declinar, refletindo as políticas governamentais que desencadearam a crise econômica interna dos últimos anos. O índice BR20 seguiu os passos do mercado brasileiro, desacelerando também nesse período.

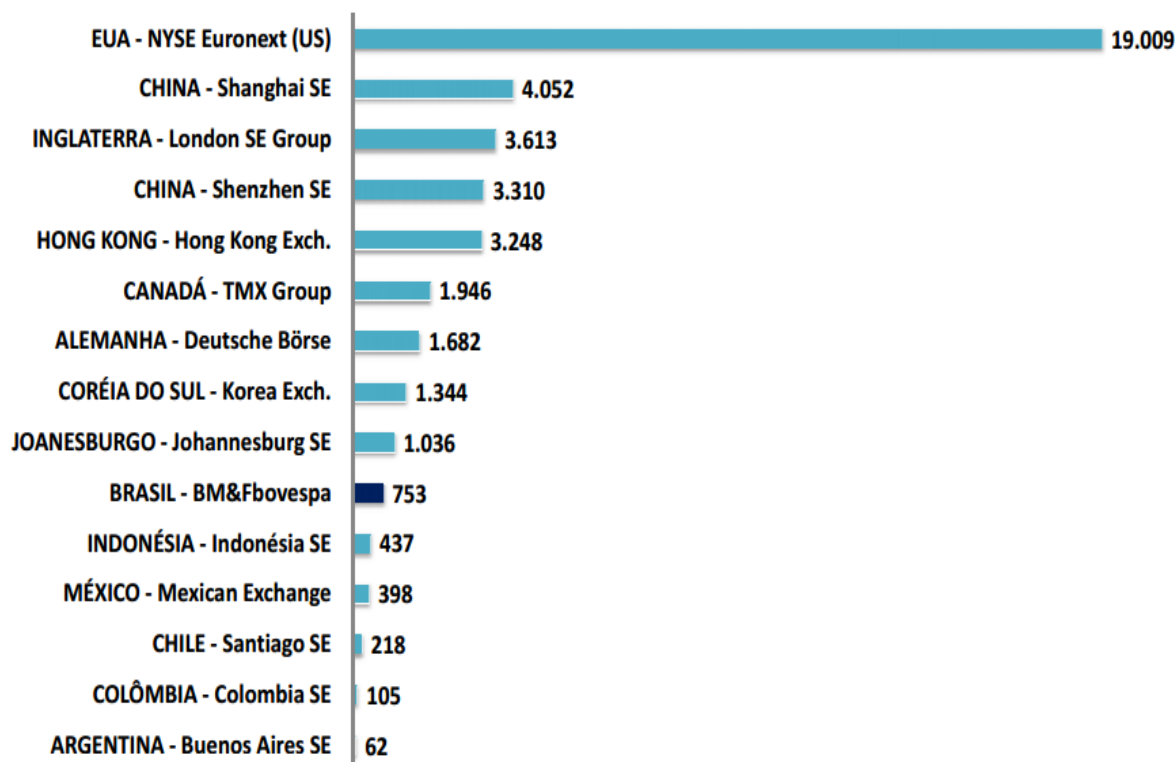
Os EUA possuem a maior economia do mundo, gerando impactos econômicos nos demais países. Logo, quando a sua economia vai bem, o seu mercado também vai, o que tende a refletir no desempenho dos demais mercados bursáteis. Até então isso estava acontecendo no Brasil, porém, com a economia brasileira estando seriamente debilitada, o mercado brasileiro não conseguiu acompanhar, de forma sistemática, o cenário internacional. O mercado nacional acabou se tornando muito vulnerável ao ambiente político-econômico, não conseguindo evoluir no ritmo que estava anteriormente. Fazer investimentos no Brasil se tornou cada vez mais arriscado, principalmente após a perda do *investment grade*. Somente em 2016 observa-se que o mercado brasileiro voltou a reagir, seguindo novamente a tendência norte-americana.

Para compreender a importância do mercado de bolsa norte-americano e brasileiro, o Gráfico 4 mostra o *ranking* geral de capitalização de mercado, de acordo com os dados do Centro de Mercado de Capitais (CEMEC), de agosto de 2016. Percebe-se uma grande disparidade entre o mercado norte-americano e os demais, dado que no último relatório da CEMEC (2016) a NYSE possuía uma capitalização de US\$ 19.009 bilhões, estando disparada no topo do mercado. O Brasil, por sua vez, encontra-se em 10º lugar no *ranking* geral, com capitalização de US\$ 753 bilhões. Entretanto, comparado aos países latino-americanos, o

³ Levou-se em conta apenas a queda bruta do índice em dólar, já estando embutida a variação cambial.

Brasil se encontra em 1º lugar, mostrando ser um mercado de referência para os mesmos. Considerando apenas esses 15 mercados de bolsa, a capitalização de mercado norte-americana representa 46,12% do total, enquanto que o Brasil representa 1,83%.

Gráfico 4 – Capitalização de mercado (US\$ bilhões)



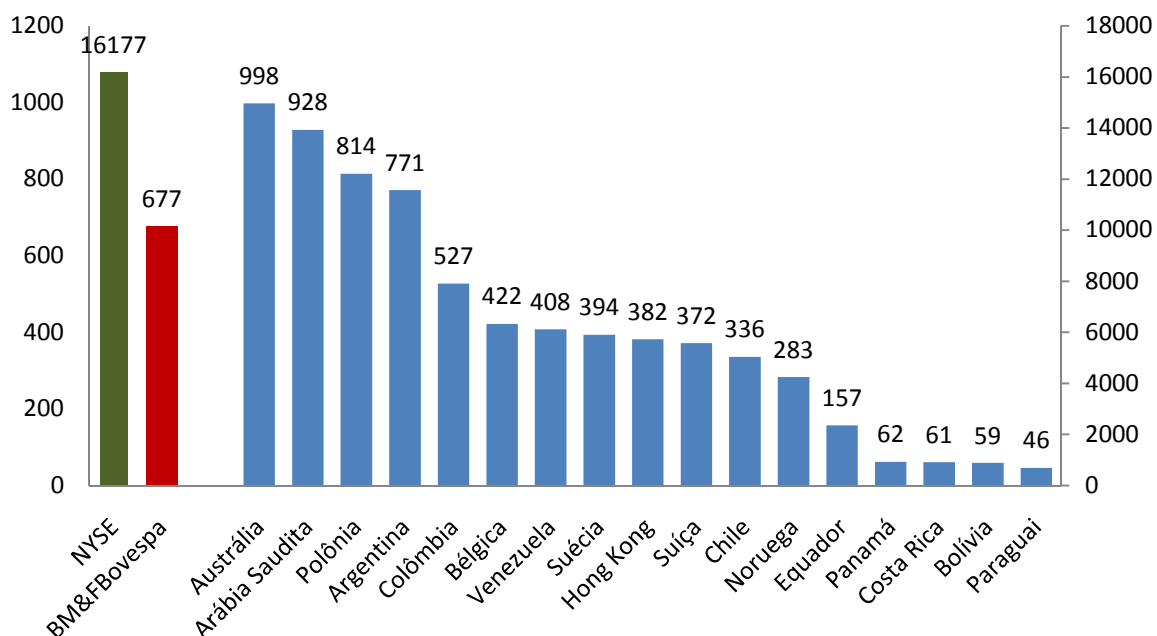
Fonte: CEMEC (2016).

Para visualizar a expressividade do volume negociado em ambas as bolsas, o Gráfico 5 faz uma comparação entre o PIB dos países e o volume médio transacionado na BM&FBovespa e na NYSE, no ano de 2014. O eixo esquerdo representa a BM&FBovespa e o PIB dos países, enquanto que o eixo direito reflete a NYSE. Para se ter uma ideia, o volume médio negociado na bolsa brasileira equivale ao PIB de 189 países, enquanto que o volume médio negociado na bolsa norte-americana representa o PIB de 220 países (INDEX MUNDI, 2014). Ou seja, o giro de capital que ocorre dentro de ambas as bolsas supera a produção interna de muitos países.

Somando o PIB de Paraguai, Bolívia, Costa Rica, Panamá e Equador, chega-se a 57% do volume negociado na bolsa brasileira, isto é, os países, conjuntamente, precisam de quase dois anos de produção interna para gerar, em dólar, o volume negociado em um ano na BM&FBovespa. De forma análoga, o PIB de países como Suécia, Venezuela, Bélgica e Colômbia representam, respectivamente, 58%, 60%, 62% e 78% das negociações no mercado

bursátil brasileiro. Outro dado interessante é que apenas o PIB da Argentina é superior às negociações da BM&FBovespa, considerando os países da América do Sul.

Gráfico 5 – PIB x BM&FBovespa x NYSE em 2014 – US\$ bilhões



Fonte: Elaboração do autor com base nos dados de Index Mundi, CEMEC e Economática.

A mesma análise pode ser feita para a bolsa norte-americana, entretanto a disparidade entre o volume transacionado e os respectivos PIB dos países é bem maior. Antes de tudo, é importante salientar que os dados são apenas da NYSE, não englobando as demais bolsas norte-americanas, que elevaria o volume total.

O PIB de todos os países do gráfico equivale a 43% das negociações da NYSE, ou seja, em menos de seis meses de negociação é possível alcançar o PIB de todos esses países. Apenas o PIB norte-americano é capaz de superar, sozinho, o volume transacionado em sua principal bolsa. Considerando as seis principais economias de 2014, com exceção dos EUA (China, Índia, Japão, Alemanha, Rússia e Brasil), as proporções existentes entre o PIB e o volume negociado na NYSE são, respectivamente, de 83%, 31%, 29%, 20%, 16% e 15%. Esses dados comprovam que o mercado de bolsa norte-americano é fortíssimo, atraindo diversos investidores, tendendo a deixar sua marca nos demais mercados.

4 REVISÃO DE BIBLIOGRAFIA

Este capítulo apresenta a base teórica do estudo em questão através de uma revisão teórica e de literatura. A primeira retrata as principais teorias relacionadas ao mercado de capitais, auxiliando na elaboração e análise dos resultados, enquanto que a segunda aborda alguns estudos empíricos relacionados ao tema, demonstrando os resultados obtidos até então. Dessa forma, é possível alinhar a teoria à prática, verificando se o mercado atende as expectativas *a priori*.

4.1 REVISÃO TEÓRICA

A revisão teórica é essencial para que se possa entender os principais conceitos e teorias que envolvem o mercado de capitais, assim como contribuir na interpretação dos resultados obtidos durante o estudo. Inicialmente é feita uma caracterização do mercado acionário; em seguida aborda-se a otimização de carteiras, através dos modelos Markowitz (1952) e *Capital Asset Pricing Model* (CAPM); posteriormente expõe-se a teoria de equivalência de preços e juros na economia internacional e, por último, apresenta-se a Hipótese de Eficiência de Mercado (HEM), desenvolvida por Fama (1970).

4.1.1 Mercado acionário e suas características

Pinheiro (2014) destaca que o mercado de capitais tem como finalidade fornecer uma forma de capitalização rápida e prática para as empresas, através da negociação de títulos e valores mobiliários. Os principais exemplos são: ações, debêntures, derivativos, contratos futuros, contrato de opções, etc. Para Assaf Neto (2012), o mercado de capitais é um local que gera diversas oportunidades de financiamento, incentivando a relação existente entre poupança e investimento dos agentes econômicos.

Dentro desse mercado, a maior parcela das negociações é feita através das ações que, segundo Assaf Neto (2012, p. 201), é a “[...] menor fração do capital social de uma empresa.” Dessa forma, o acionista se torna um membro da companhia, ou seja, um sócio, tendo direito a receber parte dos eventuais lucros da mesma. Oliveira e Pacheco (2005) também acrescentam que a parcela do capital da empresa pertencente ao acionista dependerá da quantidade de ações que o mesmo possui. Isso significa que o mesmo se preocupa com o desempenho da empresa e deseja que a mesma tenha lucro no exercício para que ele possa ser remunerado e

obtenha retorno sobre o seu investimento. Ao decorrer do capítulo serão exemplificados algumas outras formas de obter rendimento com as ações.

O mercado acionário é dividido em mercado primário e mercado secundário. No mercado primário ocorre a venda de novas ações, ou seja, é quando as empresas lançam suas ações para obterem novos recursos de financiamento. Nesse mercado, a relação que ocorre é entre empresas e investidores. O mercado secundário, por sua vez, é o local onde ocorrem as negociações das ações entre os agentes investidores da economia, não gerando recursos adicionais para as empresas. Essa estrutura do mercado acionário é importante, pois o mercado secundário promove a liquidez das ações e, conseqüentemente, gera um maior incentivo ao desenvolvimento do mercado primário (PINHEIRO, 2014).

As ações podem ser classificadas conforme a sua espécie, forma de circulação e classe. Em relação à espécie, as ações podem ser ordinárias, preferenciais, ou de fruição. As ações ordinárias apresentam como principal atributo o direito a voto, ou seja, possibilita ao acionista certa influência sobre os rumos da companhia, além de propiciar a participação nos resultados da mesma. As ações preferenciais⁴, de modo geral, não possuem direito a voto, entretanto a sua vantagem está no recebimento dos dividendos ou no reembolso do capital de forma prioritária (por primeiro) e mais expressiva do que as ações ordinárias. Dessa forma, o que vai determinar a escolha por um desses tipos de ações será a preferência do investidor em relação ao poder de influência na empresa ou vantagem no recebimento de proventos. Por último, as ações de fruição são consideradas um bônus que a empresa oferece aos acionistas em detrimento de uma possível liquidação da empresa. Com isso, não representam o capital social da empresa e também não podem ser negociadas no mercado de bolsa (ASSAF NETO, 2012; PINHEIRO, 2014).

Considerando a sua forma de circulação, as ações podem ser nominativas, ao portador, ou escriturais. As ações nominativas são certificados (papéis) que identificam o novo acionista da empresa, sendo registrados nos livros da companhia. Já as ações ao portador podem ser transferidas facilmente entre os investidores, sendo que o proprietário da ação é o próprio portador. Dessa forma, as ações não identificam o nome do acionista. Entretanto, essa forma de circulação foi proibida no Brasil a partir do governo Collor. As ações escriturais, por sua vez, são caracterizadas pela movimentação via conta-corrente. Portanto, não existe documento físico e o processo é todo eletrônico (ASSAF NETO, 2012; PINHEIRO, 2014).

⁴Nos Estados Unidos não existem mais ações preferenciais.

As classes das ações são importantes para que a empresa possa diferenciar um grupo de ações conforme características que lhe forem convenientes, como, por exemplo, os direitos dos acionistas e as condições específicas de posse da ação. Não há quantidade limite de classes, de forma que a sua existência está relacionada ao estatuto da empresa. Geralmente, as classes são diferenciadas através das letras do alfabeto – A, B, C, etc. (OLIVEIRA E PACHECO, 2005; PINHEIRO, 2014).

É importante ressaltar que de forma geral todos os ativos possuem características básicas, como: liquidez, rentabilidade e risco. A liquidez de um ativo está relacionada ao seu poder de conversão em dinheiro ou outro ativo, mantendo seu valor inalterado. Por outro lado, a rentabilidade demonstra a capacidade de um ativo em gerar rendimentos ao investidor. Se o investimento não gerar um valor real superior ao montante aplicado, então o mesmo não é considerado lucrativo. Pode-se dizer que a rentabilidade de um ativo está condicionada à sua liquidez e risco, conforme demonstra a equação abaixo (PINHEIRO, 2014):

$$R = F(L, r) \quad (3)$$

onde L é a liquidez e r o risco. Outra forma de medir a rentabilidade é através da compra e venda do ativo e dos dividendos recebidos nesse período:

$$R\$ = P_n + \sum_{t=1}^n \text{Dividendos} - P_0 \quad (4)$$

$$R_{\%} = \left[\left(\frac{P_n + \sum_{t=1}^n \text{Dividendos}}{P_0} \right) - 1 \right] \times 100 \quad (5)$$

onde P_n é o preço de venda e P_0 o preço de compra.

O risco pode ser considerado como a possibilidade de que o investidor não receba parte do capital investido ou dos seus rendimentos. Também pode ser medido através da oscilação ou incerteza da rentabilidade esperada (PINHEIRO, 2014). Geralmente, é medido pelo seu desvio padrão (mede a variação do retorno do ativo):

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (R_i - \bar{R})^2}{n - 1}} \quad (6)$$

onde σ é o desvio-padrão do ativo; R_i é a taxa de retorno do ativo i no período 1 até n; $\bar{R}$ é o retorno médio do ativo no período 1 até n; e n é o número de períodos.

Os rendimentos que uma ação gera são diversos, porém envolvem certa oscilação e risco. Eles dependerão dos proventos distribuídos pela empresa ao longo dos anos e de um possível ganho de capital com a ação, ou seja, quando o seu valor de venda é superior ao seu

valor de compra. De forma geral, os ganhos com as ações podem ser através de dividendos, bonificações em ações, bonificações em dinheiro, juros sobre o capital próprio, direitos de subscrição e venda dos direitos de subscrição.

O dividendo é uma das formas de remuneração mais conhecidas, representando o lucro monetário que a companhia obteve em determinado período e que será distribuído aos sócios de acordo com a quantidade de ações pertencente a cada investidor (PINHEIRO, 2014). O Quadro 1 sintetiza algumas diferenças entre os dividendos no Brasil, Estados Unidos e Inglaterra.

Quadro 1 - Os dividendos no mundo

	BRASIL	ESTADOS UNIDOS	INGLATERRA
USO DO LUCRO	Empresas abertas precisam distribuir aos acionistas ao menos 25%	Empresas abertas têm liberdade no uso do lucro	Empresas abertas têm liberdade no uso do lucro
BENEFÍCIOS MAIS COMUNS	Pagamento de dividendos em dinheiro	Recompra de ações	Recompra de ações
FUNÇÃO DA RECOMPRA	Sinaliza ao mercado que o papel está barato	Sinaliza que o papel está barato e eleva a participação de quem decide manter	Sinaliza que o papel está barato e eleva a participação de quem decide manter
FREQUÊNCIA DOS DIVIDENDOS	Anual na maioria das empresas; mensal nos grandes bancos	Trimestral	Semestral

Fonte: Pinheiro (2014, p. 238).

Outra forma de participação nos resultados da empresa é através do pagamento de juros sobre o capital próprio⁵, gerado pelo lucro retido de exercícios passados, devendo atender a certa regulamentação específica. Para a empresa esse tipo de remuneração é muito favorável, uma vez que é possível lançá-lo, contabilmente, como custo/despesa, reduzindo a base incidente do imposto de renda (OLIVEIRA e PACHECO, 2005).

As bonificações em ações ocorrem quando a empresa distribui, sem nenhuma cobrança, um lote de ações aos acionistas, a partir do aumento do seu capital social. Já as bonificações em dinheiro são remunerações extras concedidas ao acionista, como se fosse uma participação adicional nos resultados da companhia (FORTUNA, 2008).

⁵ Tradicionalmente utilizado no Brasil.

Por fim, a subscrição é o direito que o acionista tem de comprar as novas ações emitidas pela empresa a um valor menor do que o de mercado e na frente dos futuros investidores (mercado de bolsa), dado pelo aumento do capital social da empresa. O acionista também pode optar por vender seu direito de subscrição em bolsa (ASSAF NETO, 2012).

Dependendo da situação em que as ações da empresa se encontram no mercado, a mesma pode adotar determinadas estratégias baseadas no desdobramento das ações (*split*) e/ou no agrupamento das ações (*inplit*), sendo que ambas não alteram o capital social da empresa. O *split* ocorre quando o valor de uma ação está muito alto no mercado, havendo a necessidade de diluir o seu preço unitário e gerar liquidez à mesma. Logo, serão distribuídas novas ações aos acionistas, ajustando o seu preço de mercado. Com isso, ocorre o aumento da volatilidade das ações. O *inplit*, por sua vez, é o procedimento oposto da estratégia anterior, o qual diminui o número de ações no mercado, ajustando o seu valor positivamente. Geralmente é feito por empresas que não estão bem no mercado, necessitando diminuir a especulação existente sobre elas. Uma consequência dessa estratégia é a diminuição da volatilidade das ações, no entanto, esta ocorre de forma enganosa, pois provavelmente há má gestão na empresa que levará a futuros novos *inplits* (PINHEIRO, 2014).

Para solidificar o entendimento dos conceitos anteriores pode-se aplicar um exemplo hipotético. Considere que uma empresa tenha emitido 100 ações ao preço de R\$ 1,00 cada, dessa forma seu capital é de R\$ 100,00. No caso de *split*, a empresa manterá o capital de R\$ 100,00, entretanto as 100 ações podem virar, por exemplo, 200 ações ao preço de R\$ 0,50 cada. Se for *inplit*, a empresa então reduzirá o número de ações, como por exemplo, 50 ações ao preço de R\$ 2,00.

4.1.2 Otimização de carteiras

A lógica de se formar uma carteira de investimentos está relacionada com a possibilidade de maximização do lucro e minimização dos riscos. Existem vários métodos que calculam o risco individual dos ativos, entretanto o que a moderna teoria de finanças exalta é a importância da análise do risco-retorno de toda a carteira, e não apenas da *performance* individual dos ativos. Portanto, a teoria de Markowitz (1952) e o modelo de precificação de ativos financeiros (CAPM), proposto por Sharpe (1964) e Lintner (1965), demonstram essa nova visão.

4.1.2.1 Teoria de Markowitz

Markowitz (1952) apresentou sua teoria de diversificação de uma carteira de ativos, trazendo grande inovação em relação aos métodos de análise de carteiras de investimentos. Segundo Zanine e Figueiredo (2005), Markowitz conseguiu provar que a maximização da relação risco-retorno de uma carteira está estritamente relacionada com a diversificação dos ativos de forma eficiente. O procedimento consiste em maximizar o retorno considerando o mesmo nível de risco ou minimizar os riscos considerando o mesmo nível de rentabilidade.

Assaf Neto (2012) destaca que na hora de selecionar a carteira ideal para o investidor, o mesmo deve levar em conta as suas preferências quanto ao risco e retorno esperados e, a partir de então, verificar qual será a alocação mais eficiente. Com essa proposta de diversificação apenas o risco não sistemático é afetado, podendo ser amenizado ou até excluído da carteira, entretanto a mesma ainda contará com o risco sistemático. Dessa forma, pode-se dizer que o risco de uma carteira tende ao risco sistemático conforme aumenta a quantidade de ativos. Um detalhe interessante é que quanto maior a correlação negativa entre os ativos, maior a possibilidade de redução dos riscos.

Markowitz definiu as duas principais características de análise da carteira: o seu retorno esperado e o desvio-padrão (risco). Considerando uma carteira composta por n ativos, o seu retorno esperado é dado por (ASSAF NETO, 2012):

$$E(R_p) = \sum_{j=1}^n R_j \times W_j \quad (7)$$

onde $E(R_p)$ é o retorno esperado ponderado da carteira; W_j representa a proporção do capital total investido no ativo j ; n é o número total de ativos que compõem a carteira e R_j é o retorno esperado do ativo j . Por sua vez, o risco de uma carteira pode ser calculado como:

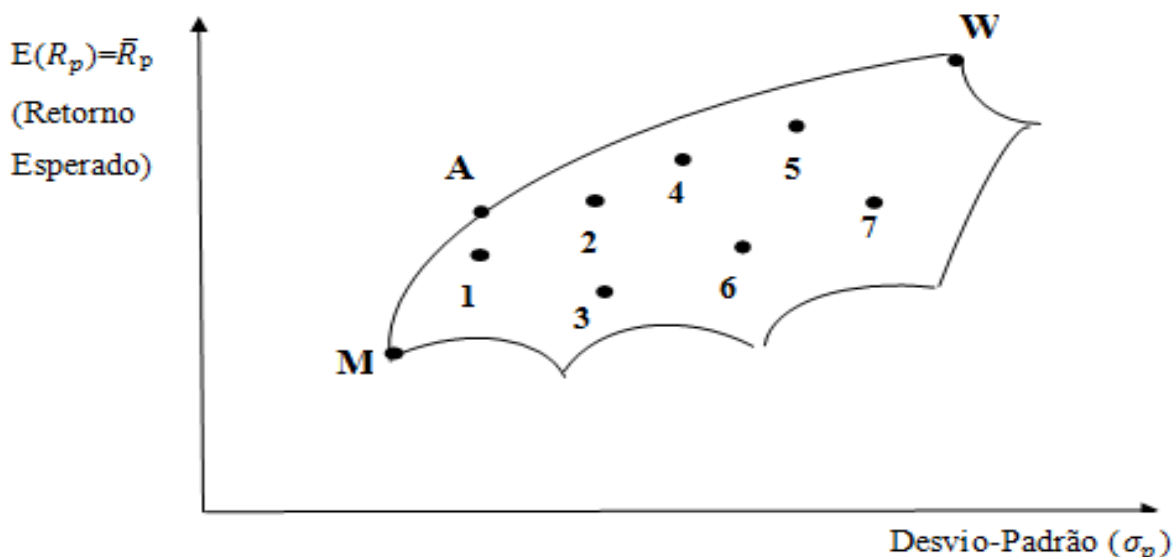
$$\sigma_p = \left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n W_i W_j \text{CORR}_{i,j} \sigma_i \sigma_j \right]^{\frac{1}{2}} \quad (8)$$

onde W_i e W_j são, respectivamente, a participação do ativo i e do ativo j no portfólio; σ_i e σ_j representa o desvio-padrão de cada ativo e $\text{CORR}_{i,j}$ é o coeficiente de correlação dos ativos i e j (ASSAF NETO, 2012).

Assaf Neto (2012) alerta que quando se utiliza o processo de diversificação para reduzir os riscos de uma carteira, essa decisão não deve ser feita de maneira arbitrária. É necessário conhecer as correlações existentes entre os retornos dos ativos para poder

selecionar eficientemente a carteira. Outro fator abordado pelo autor referente à teoria de Markowitz é a fronteira eficiente, que mostra todas as carteiras à disposição do investidor (Gráfico6).

Gráfico6 - Fronteira Eficiente

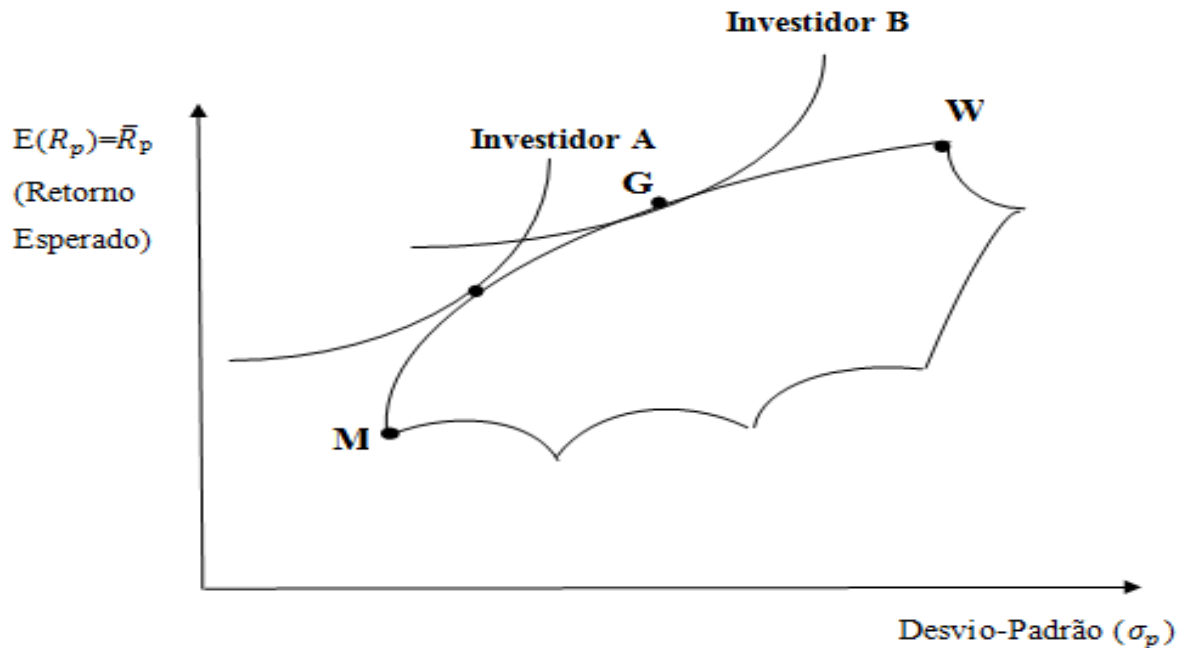


Fonte: Elaboração do autor com base em Assaf Neto (2012).

A linha MW oferece todas as combinações que fornecerão ao investidor o melhor retorno esperado dado o menor risco, ou o menor nível de risco dado o retorno esperado. Isso significa que os pontos à direita da linha MW não maximizam a relação risco-retorno para o investidor, considerando que o mesmo seja racional.

Para que o investidor possa escolher a sua carteira, é necessário confrontar a sua curva de preferências por ativos contra a fronteira eficiente. Considerando dois investidores, o Gráfico7 mostra o comportamento das curvas e qual a escolha de cada investidor. Cada investidor possui uma curva de indiferença, sendo que ao longo dessa curva o investidor é indiferente, ou seja, todos os conjuntos de carteiras trazem a mesma utilidade para ele. Com isso, é possível perceber que as curvas de indiferença refletem riscos diferentes, o que leva o investidor A a escolher uma carteira de ativos que gera um risco menor do que a carteira escolhida pelo investidor B, mesmo diante da mesma fronteira eficiente (ASSAF NETO, 2012). Para Sanvicente e Mellagi Filho (1988), esta é a última etapa do processo de escolha da carteira eficiente, onde o investidor irá maximizar as relações de risco, retorno e utilidade.

Gráfico7 - Seleção de carteira pela curva de indiferença



Fonte: Elaboração do autor com base em Assaf Neto (2012).

4.1.2.2 Modelo CAPM

Sharpe (1964) e Lintner (1965) desenvolveram o modelo de precificação de ativos que busca relacionar o retorno esperado de um ativo com a parcela de seu risco sistemático, amplamente divulgado como *Capital Asset Pricing Model* (CAPM). Como resultado, Sharpe ganhou o prêmio Nobel de economia em 1990, sendo que seu modelo teve como inspiração a teoria da diversificação de Markowitz (1952), também premiado.

Conforme Sanvicente e Mellagi Filho (1988) destacam, são definidas algumas hipóteses para o modelo CAPM. As quatro primeiras são relativas ao modelo de Markowitz, enquanto que as três últimas são as hipóteses adicionais feitas por Sharpe e Lintner para que se pudesse chegar ao resultado:

- 1) Os investidores estão preocupados com o retorno esperado da sua carteira e com o seu desvio-padrão;
- 2) Os investidores preferem um retorno maior e um risco menor;
- 3) Os investidores desejam maximizar a relação risco-retorno de um investimento, ou seja, buscam carteiras eficientes;
- 4) Há somente um conjunto de carteiras eficientes;
- 5) Os ativos podem ser divididos de forma perfeita;
- 6) Há um ativo livre de risco que está disponível no mercado para compra e venda;
- 7) Os custos são padronizados para todos os indivíduos.

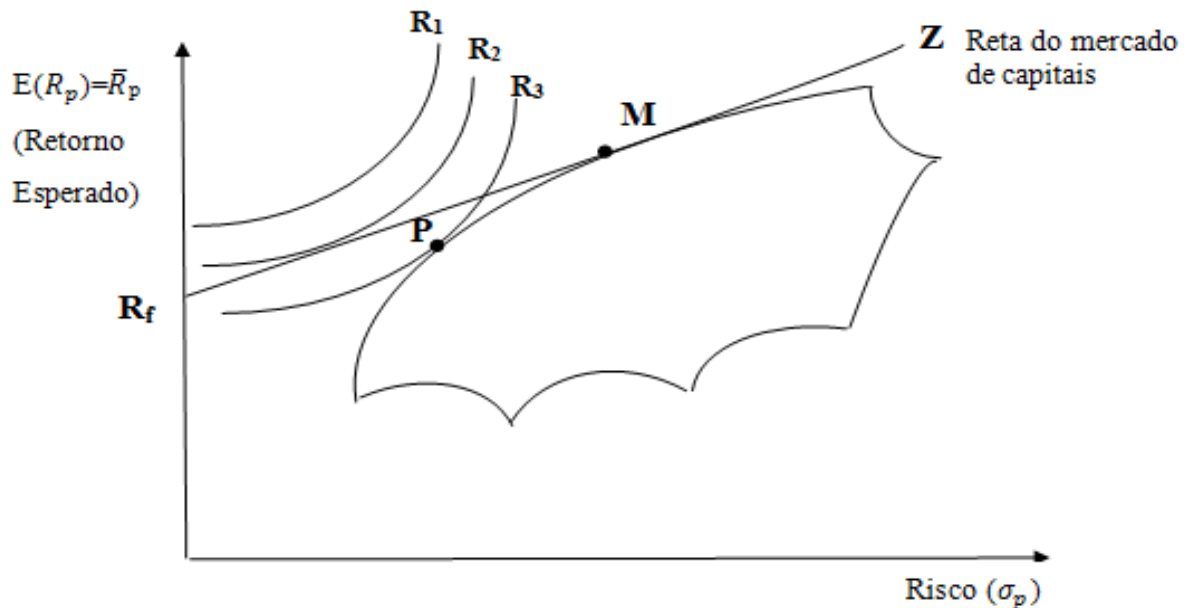
Assaf Neto (2012) afirma que o modelo CAPM tem grande utilidade dentro do mercado financeiro, pois serve como uma ferramenta de análise de risco para os investidores, podendo calcular a taxa de retorno esperada. Pinheiro (2014) acrescenta que o modelo visa calcular o coeficiente de correlação linear (β), que relaciona o retorno de um ativo com a parcela do seu risco sistemático.

Nesse modelo, leva-se em conta que um *portfólio* é composto por ativos que possuem diversos riscos de mercado e por ativos livres de risco (títulos do governo, por exemplo). Portanto, o conjunto de oportunidades de investimento para esse tipo de carteira é constituído por apenas um segmento retilíneo (R_f), sendo que o mesmo torna-se intercepto da reta de mercado de capitais. Também possui como característica uma inclinação positiva, dado que o investidor consegue no mercado recursos que não possuem riscos e, posteriormente, investe em ativos com um risco e uma rentabilidade maior (ASSAF NETO, 2012).

Para escolher a carteira mais atraente para o investidor será levado em consideração a relação risco-retorno de uma carteira formada por ativos com e sem risco, assim como as preferências do investidor (R_1 , R_2 e R_3), ilustrados no Gráfico 8.

O ponto M reproduz a carteira mais propícia para ser escolhida, pois a mesma se encontra na intersecção entre a reta de mercado de capitais e a fronteira eficiente. Esse ponto consiste em uma carteira perfeitamente diversificada, contendo somente ativos com risco, sendo denominada como carteira de mercado. Entretanto, nada impede que o investidor selecione outra carteira, pois à medida que o investidor se torna avesso ao risco, as carteiras à esquerda do ponto eficiente se tornarão mais interessantes. Por outro lado, se o investidor for mais propenso ao risco, as carteiras mais prováveis de serem escolhidas se encontrarão nos pontos à direita da carteira eficiente, gerando uma alavancagem nos rendimentos (ASSAF NETO, 2012).

Gráfico 8 - Carteiras formadas com ativos com risco e sem risco



Fonte: Elaboração do autor com base em Assaf Neto (2012).

Uma forma prática de visualizar uma carteira de mercado é através da carteira hipotética do Ibovespa, que representa o comportamento médio do mercado e pode servir de parâmetro para os investidores, facilitando o processo de tomada de decisão.

Mais precisamente, a relação entre retorno esperado e risco da carteira, ou seja, o modelo CAPM, pode ser visto na equação 9, conforme demonstra Sanvicente e Mellagi Filho (1988):

$$E(R_i) = R_f + \beta[E(R_m) - R_f] \quad (9)$$

Basicamente, o intuito do modelo é calcular a taxa de retorno $[E(R_i)]$ do ativo em função de uma carteira ótima. Dessa forma, o mesmo vai depender do retorno de um ativo livre de risco (R_f), do retorno esperado do mercado $[E(R_m)]$, e do coeficiente (β) que mensura o risco sistemático do ativo em relação ao mercado.

Para Kopittke e Freitas (2001), o modelo só se viabiliza caso todas as premissas sejam atendidas. Caso alguma delas não seja, o modelo se torna viesado. Outro fator é que as premissas citadas anteriormente são válidas para investimentos de ativos perfeitamente negociáveis (ações), dificultando a sua utilização caso sejam ativos reais de empresas (terrenos, imóveis, automóveis, etc.).

4.1.3 Teoria da equivalência de preços e juros em economia internacional

Uma economia aberta possibilita que bens, serviços, capitais e mão de obra se movam livremente entre os países. É o comércio internacional que proporciona toda essa mobilidade,

sendo que a arbitragem dos preços é um dos principais negócios dos agentes econômicos. Dessa forma, o agente racional busca aproveitar os momentos de desequilíbrios entre os mercados internacionais, comprando no mercado mais barato e vendendo no mercado mais caro. A intenção do investidor é lucrar com essa diferença momentânea dos preços, sendo considerada uma operação de baixo risco.

Levando em conta o mercado acionário, uma possibilidade de arbitragem seria entre as ações brasileiras negociadas no Brasil e nos EUA (ADRs). As ações da Petrobrás, por exemplo, são transacionadas em ambos os mercados. Logo, se a ação estiver mais barata no Brasil, o investidor pode comprá-la aqui e vendê-la nos EUA a um preço maior. Entretanto, os desequilíbrios entre os preços são passageiros e os mesmos tendem a se equalizar rapidamente, pois o mercado mais barato possui maior demanda, gerando assim o aumento dos seus preços, enquanto que o mercado mais caro possui maior oferta, diminuindo os seus preços. A eficiência desses mercados também é afetada pela velocidade de convergência dos preços. É claro que esse processo não é tão simples assim, há muitos outros fatores que devem ser considerados como, por exemplo, impostos de exportação e importação, custos de transação, risco do país, etc.

Dentro dessa perspectiva de economia/comércio internacional, outros temas importantes são a paridade do poder de compra (PPC), tanto absoluta quanto relativa, e a arbitragem da taxa de juros. Em relação à PPC absoluta, o que a teoria mostra é que um bem idêntico deve valer o mesmo preço em dois países distintos, sendo expressos em uma mesma moeda. Considerando P como o preço doméstico, P^* como o preço internacional e E como a taxa de câmbio nominal, a lei do preço único, que embasa a PPC, demonstra que (LOPES e VASCONCELLOS, 2008):

$$E = \frac{P}{P^*} \quad (10)$$

$$E = \frac{1/P^*}{1/P} \quad (11)$$

Na equação 11, o numerador reflete o poder de compra da moeda estrangeira, enquanto o denominador reproduz o poder de compra doméstico. Em outras palavras, é possível determinar a PPC entre as moedas através da arbitragem existente entre os preços praticados no mercado interno e externo. No entanto, a PPC absoluta ignora os custos de transação, podendo refletir a paridade de forma enganosa. Logo, é importante analisar a PPC em sua forma relativa, que considera que a taxa de câmbio nominal deve ser ponderada pela inflação doméstica e estrangeira ao longo do tempo, mantendo constante a taxa de câmbio

reale assegurando o poder de compra da moeda. Sua fórmula pode ser vista abaixo (LOPES e VASCONCELLOS, 2008):

$$\left(1 + \frac{\Delta E}{E}\right) = \frac{(1 + \pi)}{(1 + \pi^*)} \quad (12)$$

sendo que $\frac{\Delta E}{E}$ é a variação da taxa de câmbio nominal em determinado período, π é a inflação doméstica no mesmo período e π^* é a inflação externa no mesmo período.

Em relação à arbitragem da taxa de juros, o raciocínio é semelhante ao modelo anterior, pois os mercados financeiros globais estão cada vez mais interligados em razão da grande mobilidade de capitais. É possível arbitrar com a taxa de juros dos títulos, tanto renda fixa como renda variável, que são emitidos em diferentes moedas. Nesse caso, deve-se considerar que os ativos são substitutos perfeitos e que os agentes econômicos não possuem aversão ao risco. Supondo que o investidor possua investimentos no Brasil e nos EUA, a rentabilidade para cada capital aplicado, em reais, será:

$$No\ Brasil = (1 + i_t)(13)$$

$$Nos\ EUA = \frac{1}{E_t}(1 + i_t^*) E_{t+1}^e \quad (14)$$

onde i_t é a taxa de juros nominal doméstica no período atual, i_t^* é a taxa de juros nominal estrangeira no período corrente, E_t é a taxa de câmbio nominal atual e E_{t+1}^e é a taxa de câmbio esperada no próximo período (CARVALHO e SILVA, 2007).

Pressupondo que a movimentação dos capitais é livre e não há diferença entre os riscos dos ativos, os mercados devem se equalizar para que os rendimentos no mercado doméstico sejam iguais aos do mercado estrangeiro, valendo a equação da lei do preço único:

$$(1 + i_{t+1}) = \frac{1}{E_t}(1 + i_{t+1}^*) E_{t+1}^e \quad (15)$$

Tem-se então a condição da paridade descoberta das taxas de juros, não sendo considerados os diversos riscos dos ativos e os custos de transação. Logo, se houver grandes variações na taxa de câmbio, é possível que haja um descolamento momentâneo entre as taxas de juros dos países, caso contrário as taxas tendem a caminhar juntas. Em um modelo mais completo, teria-se (LOPES e VASCONCELLOS, 2008):

$$r = r^* + \text{expectativa de desvalorização da taxa de câmbio nominal} \\ + \text{custos de transação} + \text{risco do país} \quad (16)$$

onde r é a taxa de juros real doméstica e r^* é a taxa de juros real estrangeira.

Basicamente, o que essas teorias demonstram é que os mercados internacionais de bens, serviços ou capitais tendem a se movimentar de maneira semelhante, pois se houver

muita discrepância há possibilidade de ocorrer o processo de arbitragem e, conseqüentemente, a busca por maiores lucros.

4.1.4 Hipótese de eficiência de mercado

A Hipótese de Eficiência de Mercado (HEM) foi desenvolvida por Fama através do artigo *Efficient Capital Markets: A Review of Theory and Empirical Work*, publicado em 1970. Para Fama (1970), um mercado eficiente é aquele que consegue refletir todas as informações disponíveis a partir de seus preços. Dessa forma, Pinheiro (2014) destaca que não há possibilidade de se obter lucros demasiadamente expressivos através de novas informações, pois os preços estarão automaticamente ajustados pelo valor presente dos ativos.

Um mercado pode ser considerado eficiente de acordo com as três formas abaixo (DAMODARAN, 1999):

- (i) Eficiência fraca: baseada em preços antigos, ou seja, os preços atuais refletem todas as informações presentes nos preços históricos;
- (ii) Eficiência semiforte: além das informações históricas, o mesmo também refletirá as informações públicas;
- (iii) Eficiência forte: engloba todos os tipos de informações existentes, isto é, os preços refletem informações públicas e privadas.

Para Assaf Neto (2012), é importante ressaltar que a eficiência de mercado está embasada no pressuposto de que os preços não apresentam tendências e, portanto, não refletem preferências individualizadas. Logo, não necessariamente os ativos sempre reproduzirão seu verdadeiro valor.

Damodaran (1999) relata que a eficiência ou não eficiência do mercado é de extrema importância para se analisar os investimentos, pois quando se é eficiente, os preços por si só são ótimos estimadores do verdadeiro valor do ativo. Entretanto, se o mesmo não for eficiente, então surge certa defasagem entre o preço e o valor real do ativo, o que vai demandar uma análise mais detalhada, visando uma estimativa mais coerente para o seu valor. Quanto melhor a previsão do valor de um ativo, maior é a probabilidade de se obter um retorno maior sobre o investimento.

O mesmo autor ainda explica que os preços não tenderão sempre para o seu verdadeiro valor. O que se espera é que os erros no preço sejam não viesados, isto é, que seus distúrbios sejam aleatórios, além de apresentarem uma correlação nula com qualquer variável

observável. Dadas essas características, os investidores não conseguem adotar estratégias de investimentos que os favoreçam, uma vez que o mercado precifica as novas informações de forma instantânea.

Pinheiro (2014) destaca alguns elementos que podem amenizar a ineficiência dos mercados financeiros:

1. Aumento das negociações;
2. Transparência nas informações públicas e privadas;
3. Diversidade de ativos no mercado;
4. Transferência de ativos financeiros de forma rápida e prática;
5. Operações regulamentadas;
6. Pouca especulação no mercado.

Resumindo, é importante que os preços reflitam o verdadeiro valor do ativo e que os seus retornos não sejam autocorrelacionados, ou seja, que as mudanças nos preços sejam estatisticamente independentes e aleatórias. Com isso, é possível obter uma alocação eficiente dos recursos na economia.

4.2 REVISÃO DE LITERATURA

Essa seção trará alguns estudos empíricos que foram elaborados com base em metodologias iguais e/ou semelhantes à que será utilizada e também relacionada às teorias citadas anteriormente. Esses estudos visam associar os processos de interação no mercado de capitais com as principais teorias existentes, tentando de alguma forma comprovar a importância do embasamento teórico para o funcionamento dos mercados.

Mette e Martins (2010) estudaram empiricamente a relação existente entre o Ibovespa e o índice Dow Jones, através do método de cointegração. O período de estudo foi de 1 de janeiro de 1990 a 30 de novembro de 2008, e revelou que não existe uma relação de longo prazo estatisticamente significativa entre o mercado de ações brasileiro e o norte-americano, permitindo o processo de arbitragem entre os dois mercados.

Batista e Távora Júnior (2012) verificaram os processos de interação entre os sete países mais avançados em termos de desenvolvimento econômico (G7) e os quatro principais países em ascensão no mercado mundial (BRIC), através de suas respectivas bolsas de valores, no período de 2003 a 2008. Para realizar o estudo, utilizou-se, principalmente, o teste de causalidade de Granger e o modelo de vetor autorregressivo. Os resultados obtidos

mostraram que os mercados de bolsa mundial apresentam uma inter-relação muito forte; que os índices dos países mais desenvolvidos geram impactos significativos nos índices dos países emergentes; que a China possui uma abertura de mercado bastante expressiva para os investidores externos; e que o mercado alemão está fortemente solidificado, impactando significativamente nos demais mercados bursáteis.

Brutti Righi e Ceretta (2013) investigaram o impacto da crise financeira de 2008 na volatilidade dos mercados bursáteis norte-americano, brasileiro, argentino, mexicano e chinês, no período de 4 de janeiro de 2000 a 31 de março de 2010. O modelo GARCH foi o escolhido para a realização do estudo, utilizando as seguintes variáveis: índices Bovespa (Brasil), S&P 500 (Estados Unidos), Merval (Argentina), IPC (México) e SSEC (Xangai). Visando uma melhor representatividade do modelo, dividiu-se a amostra em três períodos: pré-crise, crise e pós-crise, buscando captar melhor as flutuações de mercado. Os resultados mostraram que houve um forte impacto do mercado brasileiro na volatilidade dos demais países, uma vez que o Brasil estava relativamente mais estável; e que, a partir de 2008, a direção de transmissão de volatilidade sofreu alterações considerando esses cinco países.

Araújo, Fajardo e Tavani (2006) se dedicaram na elaboração de uma carteira teórica cujo PIB seria considerado como dividendo dessa carteira. O propósito do estudo era analisar se essa carteira tem a capacidade de refletir o comportamento médio do mercado, ou seja, se a mesma é eficiente e reflete os retornos dos ativos, sendo baseado no modelo CAPM. O período de estudo foi de janeiro de 1991 a dezembro de 2002, podendo-se concluir que essa carteira hipotética não é eficiente em todos os períodos.

Considerando a otimização de carteiras de investimento, Santos (2012) aplica a teoria da carteira de Markowitz (1952) e Sharpe (1964) para uma carteira de investimento nordestina, no período de janeiro de 2009 a abril de 2010. Para fins de análise, foram selecionadas cinco empresas do Nordeste para a composição da carteira, de acordo com o *ranking* de valorização dos seus ativos. O resultado final revelou que a carteira de ativos selecionada possui resultados expressivos para o binômio risco-retorno, além de demonstrar que a melhor combinação de ativos para as carteiras dos investidores é através da diversificação, o qual diminui o impacto do risco sistemático.

Já em relação à HEM, Camargos e Barbosa (2006) buscaram investigar o nível de eficiência semiforte no mercado brasileiro no período posterior ao Plano Real. O período de análise ocorreu entre julho de 1994 e julho de 2002, pautado em um estudo de evento. Buscou-se relacionar o retorno de um determinado ativo financeiro com o retorno de uma

carteira hipotética de mercado. A conclusão do estudo apontou que o mercado brasileiro não apresentou, nesse período, o nível de eficiência semiforte.

Forti, Peixoto e Santiago (2009) também abordaram a HEM no mercado de capitais brasileiro através de uma pesquisa exploratória sobre os principais estudos empíricos feitos até então. A proposta dos pesquisadores consistia em descobrir quais autores abordaram a HEM em seus estudos e, a partir disso, verificar a proporção existente de estudos que aceitaram ou rejeitaram a hipótese de eficiência em todas as suas formas. Os resultados obtidos mostram que nos testes de forma fraca, 58% dos trabalhos rejeitaram a HEM, enquanto que 42% aceitaram a hipótese. No caso semiforte, todos os trabalhos aceitaram a HEM. Já na forma forte, o resultado foi totalmente o oposto, rejeitando a HEM em todos os trabalhos. Logo, concluiu-se que o mercado acionário brasileiro, de modo geral, é ineficiente, podendo gerar impactos na volatilidade da bolsa brasileira.

É possível observar que há vários estudos que tratam a respeito de cointegração, volatilidade, composição de carteiras e eficiência de mercado nas bolsas de valores. Com base nesses resultados, percebe-se que há uma relação de causa e efeito entre as principais bolsas de valores do mundo, entretanto não necessariamente haverá uma relação de longo prazo entre elas. Outro fator interessante é a relação existente entre a teoria da diversificação e a alocação eficiente dos recursos, que mostra que o investidor sempre deve ter em mente os princípios estabelecidos por Markowitz (1952) e Sharpe (1964), alinhando-as com as suas preferências. Com isso, é indispensável para o investidor o uso da dinâmica de previsibilidade da volatilidade das bolsas para sedimentar sua decisão de investimento, maximizando seus retornos e minimizando seus riscos. Por fim, é importante examinar a existência da hipótese de eficiência de mercado que, de forma geral, não vem sendo comprovada estatisticamente no mercado de capitais brasileiro.

Portanto, a contribuição do presente trabalho é mostrar como está acontecendo todos esses processos nas bolsas brasileira e norte-americana nos dias atuais, além de verificar como o índice de ADRs brasileiros está se comportando em ambos os mercados. Isto é, verificar as relações de curto e longo prazo existentes entre esses dois mercados nos últimos 12 anos, determinando assim o grau de volatilidade persistente em cada um deles; e testar a HEM em cada mercado. A partir dessas análises, o investidor poderá traçar suas estratégias dado que conhecerá a tendência comportamental das variáveis e dos mercados.

5 METODOLOGIA

Este capítulo tem como finalidade apresentar as variáveis que serão utilizadas no estudo, assim como a metodologia que será adotada. Dessa forma, é possível verificar qual a base de dados empregada na pesquisa e qual os modelos que serão utilizados, respeitando os conceitos e métodos que envolvem as séries temporais.

5.1 MATERIAL

Para a realização do estudo, foram escolhidos os índices de maior representatividade no Brasil e nos Estados Unidos, conforme relatado no capítulo 2. Portanto, as variáveis utilizadas serão: Índice Bovespa (IBOV), Índice Brasil 100 (IBrX 100), Índice Dow Jones Industrial Average (DJIA), Índice Standard & Poor's 500 (S&P 500) e Índice Dow Jones Brazil Titans 20 ADR (BR20).

Será utilizado o preço de fechamento diário de cada índice, representado por pontos, divulgado através do *software* Economática, cotados em dólar e ajustado por dividendos. O período de estudo está delimitado entre 1 de outubro de 2004 e 10 de agosto de 2016.

5.2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Pode-se afirmar que o presente estudo se enquadra nos seguintes tipos de pesquisas: pesquisa aplicada, pesquisa bibliográfica e pesquisa quantitativa. Para que o estudo seja bem fundamentado é necessário realizar uma pesquisa bibliográfica, pois é importante que o pesquisador se embase nas teorias e no conhecimento produzido até então para posteriormente desenvolver novas ideias e propostas. Logo, os resultados podem ser quantificados, baseados na análise dos dados obtidos.

Como serão utilizadas séries temporais, é de extrema importância que a metodologia teste, diagnostique e, se necessário, corrija os principais problemas associados à mesma para que os resultados obtidos sejam não tendenciosos e eficientes. Para que um estimador seja BLUE⁶, ou seja, linear, não viesado e com variância mínima, é necessário que sejam atendidas uma série de hipóteses (modelo de regressão linear clássico). A partir do momento que algumas dessas hipóteses passam a ser violadas, o estimador deixa de ser BLUE e há necessidade de corrigir o problema.

Dessa forma, procura-se identificar os eventuais problemas associados às séries temporais para corrigi-los, evitando a ocorrência de resultados espúrios, ou seja, uma

⁶Best Linear Unbiased Estimators.

regressão sem sentido. Busca-se por estimadores (parâmetros) que sejam não viesados e que na hora de realizar as inferências estatísticas (testes de hipóteses) sejam eficientes. Os tópicos abordados podem ser vistos a seguir, cujo entendimento é essencial para se prosseguir com o estudo, os testes e a análise dos resultados.

Inicialmente, considera-se um modelo genérico de regressão do tipo:

$$Y_t = \beta_1 + \beta_2 X_t + u_t \quad (17)$$

onde Y_t é a variável dependente; β_1 é o intercepto; β_2 é o coeficiente de inclinação; X_t é a variável independente; e u_t é o erro do modelo, ou seja, tudo o que não é explicado pela variável independente.

O modelo de regressão linear clássico (MLRC) parte de algumas premissas. As principais premissas que envolvem o termo de erro são: seu valor médio é zero; há ausência de covariância entre o mesmo e o X_t ; possui variância constante (homocedástico); e não há autocorrelação entre os termos de erro. Essas quatro hipóteses são fundamentais para que o estimador de mínimos quadrados ordinários (MQO) seja não viesado e eficiente. Portanto, para que o estimador seja não viesado é necessário que o erro tenha média zero e que não seja correlacionado com a variável X_t . Para que o estimador seja eficiente, é necessário ainda que o erro seja homocedástico e que os mesmos não sejam correlacionados entre si (GUJARATI, 2006).

5.2.1 Autocorrelação

A autocorrelação ocorre quando os termos de erros são correlacionados entre si, ou seja, o erro de um período está correlacionado com o erro de outro período, sendo muito comum ocorrerem em dados de séries temporais. O caso aqui considerado será aquele que apesar de apresentar um estimador linear não viesado, não possui variância mínima:

$$Y_t = \beta_1 + \beta_2 X_t + u_t, \text{ onde } u_t = \rho u_{t-1} + \varepsilon_t \quad (18)$$

Um teste muito usado para detectar a presença de autocorrelação é o teste d de Durbin-Watson, que consiste em utilizar os resíduos (u_t), gerados pela estimação do modelo por MQO, em seu cálculo:

$$d = \frac{\sum_{t=2}^{t=n} (\hat{u}_t - \hat{u}_{t-1})^2}{\sum_{t=1}^{t=n} \hat{u}_t^2} \quad (19)$$

$$d \approx 2(1 - \hat{\rho}) \quad (20)$$

A estatística d varia entre 0 e 4. Dessa forma, quanto mais perto de seus extremos, maior a possibilidade de autocorrelação positiva e negativa, respectivamente. O grande problema é que o teste de Durbin-Watson só vale para relações de um período (1ª ordem). Logo, um teste geral de autocorrelação é o teste de Breusch-Godfrey⁷, que considera a presença de regressores não estocásticos, médias móveis simples ou de ordem superior e processos autorregressivos de ordens mais altas (GUJARATI, 2006).

Para corrigir o problema de autocorrelação nos resíduos deve-se considerar se ρ é ou não conhecido. De forma geral é difícil conhecê-lo, logo tende-se a utilizar o método iterativo de Cochrane-Orcutt, que é baseado em sua estimação⁸.

5.2.2 Séries temporais e estacionariedade

Quando o assunto é séries temporais, sabe-se que há uma forte chance do tempo estar influenciando a série, logo é necessário controlar o efeito do mesmo e garantir que a série seja estacionária, ou seja, livre da influência do tempo. Se uma série temporal não for estacionária, não será possível estender o estudo para períodos futuros, podendo ser estudado apenas em um período específico (GUJARATI, 2006).

Para que uma série seja estacionária (de forma fraca), é necessário que a mesma apresente as seguintes condições: média e variância constantes e a covariância dependendo apenas da defasagem entre os dois períodos de tempo (GUJARATI, 2006). Para Bueno (2011), um caso particular de série estacionária é o ruído branco (*white noise*). É um caso especial de séries estacionárias com média zero, variância constante e covariância igual à zero.

Para testar se uma série é ou não estacionária, pode-se utilizar a análise gráfica, a função de autocorrelação (FAC), e o correlograma; ou uma análise mais formal composta pelo teste de raiz unitária. A análise gráfica é uma maneira mais informal de analisar a estacionariedade de uma série, porém ela permite indícios visuais de uma suposta influência do tempo.

A FAC é um teste simples para verificar se uma informação está relacionada ao seu passado. O seu cálculo, $\hat{\rho}_k$, depende da covariância amostral com defasagem k e da variância amostral, variando entre -1 e 1. Quando se plota $\hat{\rho}_k$ contra k , é obtido o correlograma

⁷ Para mais informações consultar Econometria Básica (GUJARATI, 2006, p.381).

⁸ Correção baseada no método de mínimos quadrados generalizados (MQG).

amostral. Caso a série temporal seja estacionária, o correlograma decai rapidamente, caso não seja, ele decai gradualmente (GUJARATI, 2006).

O teste de raiz unitária, conhecido como teste de Dickey-Fuller (DF), é um teste mais formal e preciso sobre a estacionariedade. Basicamente, sua forma é dada por:

$$Y_t = \rho Y_{t-1} + u_t \quad (21)$$

Se ρ for estatisticamente igual a 1, então há raiz unitária e, portanto, a série é não estacionária. No Apêndice Bencontra-se as três maneiras de estimação do teste de DF.

Se houver indícios de que os resíduos são autocorrelacionados, então usa-se o teste de Dickey-Fuller Aumentado (ADF). Ele possui praticamente a mesma forma do teste de Dickey-Fuller, porém acrescentam-se, como variáveis explicativas, valores defasados da variável dependente. O teste utiliza os mesmos valores críticos do teste de DF, entretanto é de extrema importância que a quantidade de variáveis defasadas seja coerente com o modelo e a sua periodicidade, dado que a utilização de poucas variáveis afeta o poder de explicação do teste (valores críticos), e muitas variáveis geram impactos negativos em relação ao seu poder amostral (WOOLDRIDGE, 2010).

Se a série escolhida não for estacionária, há a necessidade de torná-la estacionária. As duas formas possíveis de estacionarizar uma série são: tendência estacionária ou diferença estacionária. Um fato atrelado a isso é a questão da ordem de integração. A integração de uma série consiste na necessidade de diferenciar uma série para que ela se torne estacionária. Se for necessária uma diferenciação para a série original se tornar estacionária, a mesma será integrada de ordem 1 ~ I(1). Se forem necessárias duas diferenciações, será integrada de ordem 2 ~ I(2), e assim sucessivamente (BUENO, 2011).

Outro fator relevante da estacionariedade é que se deve evitar uma regressão espúria. Quando é feito uma regressão entre duas variáveis não estacionárias, mesmo havendo uma amostra muito grande, pode ocorrer uma distorção na regressão. Isso ocorre, pois o tempo está influenciando as variáveis, o que acaba distorcendo o resultado. Uma regra prática para se desconfiar de regressão espúria é quando o coeficiente de determinação (R^2) é maior que o teste d de Durbin-Watson (GUJARATI, 2006).

5.2.3 Cointegração e mecanismo de correção de erros

Como foi mencionado anteriormente, uma regressão entre duas variáveis não estacionárias pode produzir uma regressão espúria, entretanto elas ainda podem apresentar um comportamento estável de longo prazo, sendo possível interpretar os resultados de forma

coerente. Portanto, duas séries serão cointegradas se a relação linear entre elas for de equilíbrio, ou seja, passíveis de análise no longo prazo (GUJARATI, 2006).

Para que duas séries sejam cointegradas é necessário que ambas sejam integradas de mesma ordem e que o resíduo da regressão entre elas seja estacionário, ou seja, integrado de ordem zero – $I(0)$. Quando o erro é $I(0)$ ele é estável, estacionário e de equilíbrio.

Para testar a integração das séries basta utilizar o teste de raiz unitária (DF ou ADF) e verificar se as séries são ou não estacionárias. Caso não sejam, torna-se necessário tomar a diferença até que ela se torne estacionária. Já para testar se o resíduo é estacionário, usa-se o teste de Engle-Granger (EG). Ele consiste no mesmo procedimento do DF, porém difere apenas em relação ao seu valor crítico. No lugar de utilizar a tabela com os valores críticos de DF, usa-se a tabela com os valores críticos de EG. Portanto, se as séries forem cointegradas é possível analisar a regressão das séries originais sem perigo de ocorrer uma regressão espúria. Os testes t e F poderão ser usados sem nenhum problema nas análises de longo prazo (GUJARATI, 2006).

Um fator importante para se analisar é o mecanismo de correção de erros, que pode ocorrer quando se trata de séries cointegradas. Apesar de a cointegração permitir que exista uma relação de equilíbrio no longo prazo, no curto prazo podem ocorrer eventuais distúrbios, ou seja, desequilíbrios. Esses desequilíbrios muitas vezes são passageiros, podendo ser corrigidos através do termo de erro (GUJARATI, 2006).

A regressão para o mecanismo de correção de erros é dada por:

$$\Delta Y = \alpha_0 + \alpha_1 \Delta x + \alpha_2 u_{t-1} + \varepsilon_{wn} \quad (22)$$

sendo que α_2 é o coeficiente que acompanha o erro defasado e ε_{wn} é o erro *white noise*. Quando $\alpha_2 > 0$, demonstra que a série é divergente; quando $-1 < \alpha_2 < 0$, indica que a série é convergente e que existe o mecanismo de correção de erros. Quanto mais próximo de $-1(\alpha_2)$, maior é a velocidade de convergência, ou seja, mais rápido o valor converge para o longo prazo. Logo, o $|\alpha_2|$ fornece a velocidade de convergência da série.

5.2.4 Modelo ARIMA

Com o processo autorregressivo integrado de médias móveis (ARIMA) é possível utilizar o passado de uma variável para entender o seu comportamento e prever o futuro. Dessa forma, esses modelos ficaram conhecidos por não utilizar os pressupostos da teoria econômica. Para o estudo, eles serão importantes para testar a HEM.

O processo de média móvel (MA) demonstra que o comportamento da série (Y_t) está associado ao erro do modelo e aos pesos (ponderações) dos erros passados. Em sua forma genérica, é considerado como um processo MA(q), havendo q defasagens para o erro (GUJARATI, 2006). O modelo genérico pode ser visto a seguir:

$$Y_t = \mu + \sum_{j=0}^q \theta_j \varepsilon_{t-j}, \theta_0 = 1 \quad (23)$$

onde μ é uma constante e ε é o termo de erro ruído branco.

O processo autorregressivo (AR) leva em consideração que o valor de Y no período atual depende de seus valores passados e de um termo estocástico. Isso significa que o valor de Y é proporcional ao seu valor anterior mais algum distúrbio no período atual (GUJARATI, 2006). Genericamente, pode-se dizer que Y_t é um processo autorregressivo de ordem p, ou seja, AR(p):

$$Y_t = c + \sum_{i=1}^p \phi_i Y_{t-i} + \varepsilon_t \quad (24)$$

onde c é uma constante e ε_t é um erro *white noise*.

Para que a série seja estacionária, todas as raízes do polinômio característico do processo AR devem estar fora do círculo unitário. Para a série ser invertível, ou seja, transformar um modelo AR(1) em MA(∞) ou MA(1) em AR(∞), todas as raízes do polinômio característico do processo MA também devem estar fora do círculo unitário (BUENO, 2011).

O processo autorregressivo e de médias móveis (ARMA) é uma combinação dos processos AR(p) e MA(q), ou seja, considera que a variável dependente (Y_t) pode ser explicada tanto pelo seu passado quanto pelos seus distúrbios aleatórios (GUJARATI, 2006). De modo geral, será um processo ARMA (p,q):

$$Y_t = \delta + \sum_{i=0}^p \phi_i Y_{t-i} + \sum_{j=0}^q \theta_j \varepsilon_{t-j} \quad (25)$$

onde δ representa uma constante.

O processo autorregressivo integrado e de médias móveis (ARIMA) segue o mesmo raciocínio do modelo ARMA, entretanto considera que a série é não estacionária e, portanto, integrada de alguma ordem I(d). Para efetivamente conseguir realizar uma boa estimação deve-se utilizar a metodologia Box-Jenkins (BJ). Uma explicação mais detalhada pode ser vista no Apêndice C.

5.2.5 Modelos ARCH e GARCH

Os modelos econométricos temporais, de maneira geral, preocupam-se em analisar o valor esperado da variável dependente $E(Y_t)$, tendo como propósito obter a menor variância possível. Entretanto, pode ser muito interessante conhecer a volatilidade (variância) de uma série e modelá-la adequadamente. Esse tipo de modelagem dos erros é feita através dos modelos autorregressivos de heterocedasticidade condicional, conhecidos como ARCH (ENGLE, 1982) e GARCH (BOLLERSLEV, 1986).

De forma geral, estudos empíricos demonstram que as séries financeiras não seguem uma distribuição normal, e isso pode ser consequência de fatores internos e externos que afetam as mesmas a todo instante. Os modelos GARCH conseguem modelar de uma forma mais eficiente as séries financeiras, dado que são pautados na estimação da variância condicional, não considerando a hipótese de variância constante ao longo do tempo (BUENO, 2011).

O modelo ARCH(q), que lembra o modelo MA(q), considera que o erro ε_t está condicionado ao seu passado, dessa forma a sua variância depende apenas dos erros defasados ao quadrado:

$$\sigma_t^2 = \omega + \sum_{i=1}^q \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2 \quad (26)$$

$$\varepsilon_t = \sigma_t u_t, \quad u_t \sim i.i.d. (0,1) \quad (27)$$

Esta última equação mostra que não há necessidade do erro ser distribuído de forma normal, basta que ele seja idêntico e distribuído de forma independente (BUENO, 2011). A variância incondicional do modelo por ser vista abaixo:

$$E(\varepsilon_t^2) = \sigma_\varepsilon^2 = \frac{\omega}{1 - \sum_{i=1}^q \alpha_i} \quad (28)$$

O modelo GARCH (p,q), que se aproxima do modelo ARMA(p,q), surge com a necessidade de reduzir os inúmeros parâmetros que o modelo ARCH(q) necessita para que a estimação seja ajustada de forma precisa. Logo, Bollerslev (1986) desenvolveu o modelo de forma mais completa e genérica, cuja equação da variância depende tanto dos erros defasados ao quadrado quanto das próprias variâncias defasadas (BUENO, 2011):

$$\sigma_t^2 = \omega + \sum_{i=1}^q \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^p \beta_j \sigma_{t-j}^2 \quad (29)$$

Generalizando, os α_s significam o quanto a volatilidade decorre de erros aleatórios e sistemáticos, e os β_s significam o quanto a volatilidade do passado afeta a volatilidade atual. Somando os coeficientes α_s e β_s é possível determinar a persistência da volatilidade. A variância incondicional também se assemelha ao modelo anterior:

$$E(\sigma^2_t) = \sigma^2 = \frac{\omega}{1 - \sum_{i=1}^q \alpha_i - \sum_{j=1}^p \beta_j} \quad (30)$$

Considerando que ε^2_t segue um processo autorregressivo, o mesmo pode ser escrito como:

$$\varepsilon^2_t = \omega + \sum_{i=1}^{\max[p,q]} (\alpha_i + \beta_i) \varepsilon^2_{t-i} - \sum_{j=1}^p \beta_j v_{t-j} + v_t \quad (31)$$

Para conhecer a identificação desse modelo e fazer sua previsão, o procedimento a ser seguido é a mesmo do processo ARIMA, ou seja, utiliza-se a metodologia Box-Jenkins (BUENO, 2011).

6 ANÁLISE DE RESULTADOS

No capítulo 3 apresentou-se o panorama atual dos índices de ambas as bolsas de valores, gerando indícios de que as variáveis não seriam estacionárias em sua origem, ou seja, de alguma forma estavam sofrendo com a influência do tempo. Para comprovar estatisticamente esses indícios visuais, aplicou-se o teste formal de raiz unitária DF e ADF. Em razão do funcionamento das bolsas não coincidirem em todos os dias, pois os feriados são diferentes em cada país, utilizou-se uma média aritmética entre o dia posterior e anterior aos feriados existentes em cada país, de forma que não se excluísse os valores dos índices incomuns aos dias.

Por se tratar de séries financeiras, as chances dos resíduos serem autocorrelacionados são maiores, logo é importante fazer o teste de ADF para verificar a estacionariedade das variáveis. Os resultados do teste de ADF podem ser vistos na Tabela 1, enquanto que os resultados do teste de DF se encontram na seção D1 do Apêndice D.

O teste confirma que todas as variáveis não são estacionárias em nível. Utilizando as variáveis em logaritmo os resultados se mantêm, dado que há apenas uma variação de escala nos índices. Agora, considerando a variação do logaritmo, ou seja, a taxa de retorno dos índices, percebe-se que todas as variáveis se tornam estacionárias. Dessa forma, pode-se dizer que as variáveis de estudo são integradas de 1ª ordem $\sim I(1)$, tendo uma das primeiras condições para que as mesmas sejam cointegradas.

O próximo passo é regredir os respectivos modelos, salvar os resíduos e testar a sua estacionariedade. Caso os resíduos sejam estacionários, então é possível analisar a relação de

longo prazo entre as variáveis em logaritmo. Caso isso não seja comprovado estatisticamente, apenas é possível avaliar a relação entre os índices no curto prazo, através dos seus retornos.

As regressões utilizadas são derivadas do modelo log-linear⁹ que mostra o quanto, em média, é a variação percentual em Y em função de um aumento de 1% em X. Com isso, o coeficiente angular já retrata a elasticidade do modelo (GUJARATI, 2006).

Tabela 1 – Teste de Dickey-Fuller Aumentado (10 defasagens)

	Coeficiente			P Valor			Estacionário (5%)
	Sem Constante	Com Constante	Constante e Tend.	Sem Constante	Com Constante	Constante e Tend.	
IBOV	-0,416953	-1,93577	-1,86638	0,5334	0,316	0,6719	NÃO
LnIBOV	0,531249	-2,27599	-2,09332	0,8307	0,1799	0,549	NÃO
dLnIBOV	-23,8827	-23,8886	-23,9608	1,08E-41	6,53E-52	6,90E-90	SIM
IBrX 100	-0,27937	-2,2135	-1,9586	0,5857	0,2015	0,6233	NÃO
LnIBrX 100	0,825694	-2,7532	-2,26216	0,8897	0,06522	0,4543	NÃO
dLnIBrX 100	-23,8853	-23,9042	-23,9833	1,08E-41	6,41E-52	5,34E-90	SIM
BR20	-0,349356	-2,0737	-2,02475	0,5595	0,2556	0,5872	NÃO
LnBR20	0,501141	-2,45071	-2,2597	0,8237	0,1279	0,4556	NÃO
dLnBR20	-18,5047	-18,512	-23,5936	1,55E-38	2,11E-44	4,69E-88	SIM
DJIA	1,27553	-0,419033	-1,58612	0,9492	0,9037	0,7988	NÃO
LnDJIA	1,16336	-0,784189	-1,7138	0,9375	0,823	0,7455	NÃO
dLnDJIA	-20,2672	-20,303	-20,3065	1,58E-40	6,41E-48	1,55E-38	SIM
S&P500	1,51129	-0,072598	-0,001398	0,9682	0,9506	0,9029	NÃO
LnS&P500	1,24269	-0,570148	-1,39735	0,946	0,8748	0,8621	NÃO
dLnS&P500	-19,736	-19,7782	-19,7873	5,06E-40	5,50E-47	2,90E-68	SIM

Fonte: Resultados obtidos na pesquisa.

6.1 ANÁLISE DE LONGO PRAZO

Para que se possa realizar a análise de longo prazo, é preciso verificar se as variáveis são cointegradas. As relações estudadas consistem, dois a dois, no Ibovespa *versus* S&P500 e Dow Jones; IBrX 100 *versus* S&P 500 e Dow Jones; e BR20 *versus* Ibovespa, IBrX100, S&P 500 e Dow Jones. Utilizou-se as teorias de economia internacional para fundamentar quais seriam as variáveis dependentes e independentes dos modelos. Como os EUA são uma das grandes potências econômicas, sendo referência para os demais mercados e gerando grandes

⁹ Modelo padrão: $\text{Ln}Y = \beta_1 + \beta_2 \text{Ln}X$.

impactos no exterior, presume-se que isso também acontece nos mercados financeiros. Dessa maneira, os índices brasileiros serão sempre as variáveis dependentes. A única exceção é em relação ao índice BR20, pois pretende-se analisar como este último se comporta em relação aos dois mercados.

O Gráfico 3, presente no capítulo 3, mostrou que há uma correlação muito forte entre o índice BR20 e o Ibovespa (consequentemente com o IBrX 100), dando indícios de existência de uma relação de longo prazo entre elas. Fazendo os testes empíricos, verificou-se que, estatisticamente, as mesmas são cointegradas, não havendo a necessidade de se considerar as quebras estruturais. No entanto, para as demais análises, houve a necessidade de se considerar as quebras estruturais das variáveis independentes – BR20, Ibovespa, IBrX 100 – para obter a cointegração dos índices. As quebras são as mesmas para essas três variáveis, e estão compreendidas dessa forma: 1 de outubro de 2004 a 20 de maio de 2008 representa um período de alta dos índices; 21 de maio de 2008 a 20 de novembro de 2008 se destaca como um período de grande queda; 21 de novembro de 2008 a 7 de abril de 2011 simboliza a alta novamente dos índices; 8 de abril de 2011 a 20 de janeiro de 2016 demonstra o período de fragilidade dos índices, levando-os à queda; por último, 21 de janeiro de 2016 a 10 de agosto de 2016 retrata o retorno do crescimento dos índices.

6.1.1 Brasil *versus* Estados Unidos

As Tabelas 2 e 3 mostram os resultados da regressão dos índices brasileiros em relação aos índices Dow Jones e S&P 500, sendo que os resultados completos podem ser vistos na seção D2 do Apêndice D. Para efeito de análise, utilizou-se as *dummies* aditivas e multiplicativas como sendo os novos interceptos e inclinações de cada período especificado anteriormente, podendo assim flexibilizar as inclinações e calcular a volatilidade de cada período específico. A tabela com esses valores se encontra na seção D3 do Apêndice D. Salvo indicação ao contrário, os resultados foram estatisticamente significativos a 5%.

No período de 1 de janeiro de 2004 a 20 de maio de 2008, quando o índice Dow Jones aumentava em 1%, o Ibovespa e o IBrX 100 variavam, em média, 4,26% e 4,52% respectivamente. Comparando com o S&P 500, a bolsa brasileira se mostrou mais volátil neste período, oscilando em 4,54% através do Ibovespa e em 4,85% com o IBrX 100. Esses resultados ratificam o que os gráficos mostraram no capítulo 3 em relação ao maior crescimento dos indicadores brasileiros.

No segundo período, caracterizado até 20 de novembro de 2008, a bolsa brasileira mostrou uma redução de volatilidade em ambos os seus índices, apesar da crise do *subprime*. O Ibovespa passou a ter uma volatilidade média de 2,78% em relação ao índice Dow Jones e de 2,33% em relação ao índice S&P 500. O IBrX 100, por sua vez, além de reduzir sua volatilidade em relação ao período anterior, se mostrou menos volátil que o Ibovespa no segundo período. A sua volatilidade foi de 2,75% considerando o Dow Jones, caindo para 2,3% se comparado ao S&P 500. Nesse segundo período, os indicadores brasileiros apresentaram um desempenho muito parecido entre si.

O terceiro período, compreendido até 7 de abril de 2011, continua mostrando uma estabilidade maior da bolsa brasileira em relação aos períodos anteriores. As inclinações dos índices brasileiros continuaram a se reduzir, sendo que o Ibovespa passou a ter uma volatilidade de 2,05% para o Dow Jones e de 1,97% para o S&P 500. O IBrX 100 continuou tendo um desempenho melhor que o Ibovespa, cuja volatilidade foi de 1,94% e de 1,86% considerando, respectivamente, os índices Dow Jones e S&P 500.

Tabela 2 – Resultados da regressão entre os índices brasileiros e o índice Dow Jones

	Ln IBOV		Ln IBrX 100	
Const	-30,1138	***	-33,6991	***
LnDJIA	4,26311	***	4,52428	***
D2	14,5365	***	17,3134	***
D3	21,6053	***	25,0373	***
D4	56,9301	***	54,243	***
D5	0,252917		4,21405	
D2LnDJIA	-1,47905	***	-1,7724	***
D3LnDJIA	-2,21204	***	-2,58021	***
D4LnDJIA	-6,00532	***	-5,71324	***
D5LnDJIA	-0,231138		-0,6209	*
R²	0,823352		0,819516	
R² Ajustado	0,822830		0,818983	

Fonte: Resultados obtidos na pesquisa.

Tabela 3 – Resultados da regressão entre os índices brasileiros e o índice S&P 500

	Ln IBOV		Ln IBrX 100	
Const	-22,8386	***	-26,1628	***
LnS&P 500	4,5434	***	4,84743	***
D2	16,6773	***	19,0889	***
D3	19,5177	***	22,409	***
D4	43,2165	***	42,3982	***

D5	2,11428		5,47948	*
D2LnS&P500	-2,21832	***	-2,54989	***
D3LnS&P500	-2,57806	***	-2,98333	***
D4LnS&P500	-5,93365	***	-5,80772	***
D5LnS&P500	-0,575089		-0,99999	***
R²	0,814194		0,808330	
R² Ajustado	0,813645		0,807764	

Fonte: Resultados obtidos na pesquisa.

O quarto período, definido até 20 de janeiro de 2016, mostra que houve uma inversão em relação ao desempenho de ambas as bolsas, mostrando uma correlação negativa nesse período. Aumentos em 1% no índice Dow Jones ocasionaram reduções médias de 1,74% e 1,19% no Ibovespa e IBrX 100, respectivamente. O impacto considerando o índice S&P 500 foi menor, gerando diminuições médias de 1,39% no Ibovespa e de 0,96% no IBrX 100. Este é o único momento em que um índice brasileiro (IBrX 100) passou a ser menos volátil (em módulo) que um indicador norte-americano.

O último período, até agosto de 2016, mostra um comportamento semelhante com o primeiro período na maioria dos resultados. A única exceção ocorreu com o índice IBrX 100 em relação ao S&P 500, que reduziu, significativamente, a volatilidade em relação ao primeiro período, ficando em 3,85%. De modo geral, o IBrX 100 se mostra mais volátil que o Ibovespa apenas no primeiro e no quinto período, enquanto que o Ibovespa é mais volátil nos demais períodos. A exceção está no desempenho do IBrX 100 em relação ao S&P 500, que também se mostrou menos volátil no último período. Isso pode estar atrelado à metodologia de cálculo dos indicadores, fazendo com que o peso de determinadas ações ou setores mudem em cada índice, deixando cada um mais sensível a certo ambiente econômico. O Ibovespa retrata apenas alguns grupos de ações, sendo mais restrito e se tornando mais vulnerável às oscilações das suas principais ações (também é muito afetado pelas expectativas). Já o IBrX 100 retrata as 100 principais ações, sendo mais realista para medir o desempenho do mercado em função de utilizar o valor de mercado das empresas.

Realizou-se o teste de Engle-Granger Aumentado para o resíduo das regressões, buscando verificar a sua estacionariedade, estando disponível na seção D1 do Apêndice D. Os resultados foram estatisticamente significativos, demonstrando que há uma relação de longo prazo entre os índices brasileiros e os índices norte-americanos. Por conseguinte, a convergência dos resultados revela que há uma relação de equilíbrio entre ambos os mercados. Esses resultados mostram que, apesar dos indicadores brasileiros se distanciarem

dos indicadores norte-americanos em certo período de tempo, conforme os gráficos do capítulo 3 retrataram, esse movimento não foi suficiente para descaracterizar a cointegração entre os índices e, consequentemente, entre os mercados.

Em termos econômicos, esses resultados mostram que a volatilidade do mercado bursátil brasileiro supera a do mercado norte-americano na maioria dos períodos da análise. No entanto, em determinados momentos essa oscilação foi menor, demonstrando maior estabilidade nos seus indicadores e maior segurança para os investimentos. Sabe-se que a bolsa de valores é um ótimo “termômetro” para medir uma economia, buscando precificar as informações de forma instantânea. Logo, os resultados numéricos comprovam a situação econômica em cada momento no tempo.

De início da análise, nos anos 2000 a economia brasileira era caracterizada pela sua pujança econômica, gerando confiança no investidor e alavancando os seus investimentos, enquanto que a economia norte-americana se recuperava de uma bolha financeira causada por algumas empresas de tecnologia. Anos mais tarde ocorreu a crise do *subprime* que afetou o mundo todo, entretanto mostrou uma fragilidade menor em relação à economia brasileira. Os EUA foram profundamente afetados, gerando certa instabilidade no mercado financeiro e necessitando de políticas que reativassem a economia. A partir de então a bolsa de valores norte-americana foi se recuperando lentamente, retomando sua trajetória de crescimento no longo prazo, e voltando a ser um dos mercados mais expressivos e estáveis.

Já o Brasil passou por momentos distintos. Conseguiu retomar o crescimento de seu mercado de bolsa rapidamente, recebeu o título de *investment grade*, fortaleceu seu mercado com a fusão de suas principais bolsas e gerou mais estabilidade e confiança aos investidores. Entretanto, em meados de 2012 a bolsa brasileira começou a precificar fortemente as políticas econômicas adotadas pelo governo, não seguindo a tendência norte-americana. Os números de crescimento negativo da bolsa nesse período confirmam que uma forte crise econômica se instalou no país, reduzindo a confiança do investidor, consumidor e empresariado, gerando a perda do *investment grade* e o aumento das incertezas.

No início de 2016 a bolsa brasileira voltou a apresentar um crescimento, dando sinais de melhora no ambiente político-econômico. Porém, a sua volatilidade voltou para o seu patamar inicial pré-crise, gerando certo retrocesso no mercado brasileiro. Esse período de recuperação da economia brasileira é importante para que o país volte a atrair investimentos, tanto nacionais quanto estrangeiros, devolvendo a confiança e a “estabilidade” conquistada em seus mercados. O mercado de capitais brasileiro deve proporcionar segurança para o investidor, buscando ser um dos principais *players* mundiais.

6.1.2 Índice BR20 *versus* mercado norte-americano e brasileiro

Um dos objetivos do estudo é analisar o índice BR20 em ambos os mercados, a fim de verificar o seu comportamento e identificar o mercado com o qual ele é mais cointegrado. O primeiro passo é fazer a regressão do índice BR20 em relação aos demais indicadores, que é demonstrado na Tabela 4. Para sintetizar os resultados utilizou-se apenas uma tabela, entretanto, para não confundir na interpretação, é importante deixar claro que a regressão é sempre feita em relação a um único índice. Os pontos tracejados significam que não há valores para determinada variável. Os resultados completos podem ser vistos na seção D2 do Apêndice D.

Como observado anteriormente, só houve a necessidade de inserir quebras estruturais quando a variável independente era norte-americana. Dessa forma, verificou-se que quando o Ibovespa aumentava em 1%, o índice BR20 variava, em média, 0,83%. A volatilidade média do BR20 em relação ao IBrX 100 é um pouco menor, sendo de 0,81%. Essa análise vale para todos os períodos em questão, e mostra que a volatilidade do índice BR20 é inferior à volatilidade do mercado brasileiro, permanecendo constante ao longo do tempo.

Tabela 4 – Resultados da regressão do logaritmo do BR20 em relação aos demais índices

	LnBR20			LnBR20			LnBR20		
Const	-24,4083	***		-18,344	***		1,75086	***	
LnDJAI	3,66475	***		-	***		-	-	-
LnS&P500	-	***		3,93212	***		-	-	-
LnIBOV	-	-		-	-		0,827746	***	
LnIBrX 100	-	-		-	-		-	-	0,814506 ***
D2	10,1685	***		13,0524	***		-	-	-
D3	18,6024	***		16,9773	***		-	-	-
D4	47,293	***		36,4142	***		-	-	-
D5	-2,83377			-0,233248			-	-	-
D2LnDJIA	-1,0248	***		-	-		-	-	-
D3LnDJIA	-1,91816	***		-	-		-	-	-
D4LnDJIA	-4,99519	***		-	-		-	-	-
D5LnDJIA	0,101393			-	-		-	-	-
D2LnS&P500	-	-		-1,73016	***		-	-	-
D3LnS&P500	-	-		-2,26163	***		-	-	-
D4LnS&P500	-	-		-5,00756	***		-	-	-
D5LnS&P500	-	-		-0,242571			-	-	-
R²	0,773531			0,768754			0,973473		0,918676

R² Ajustado	0,772862	0,768072	0,973465	0,918649
-------------------------------	----------	----------	----------	----------

Fonte: Resultados obtidos na pesquisa.

Já em relação ao mercado norte-americano, os resultados convergem para as análises feitas no tópico anterior. Considerando o primeiro período, o índice BR20 se mostrou mais volátil em relação ao S&P 500, com uma variação média de 3,93%. A volatilidade cai para 3,66% quando comparada ao índice Dow Jones. No segundo período, há uma redução da volatilidade média do índice BR20 perante ambos os índices norte-americanos. Para o índice Dow Jones as oscilações médias foram de 2,64%, enquanto que para o S&P 500 foram de 2,20%.

O terceiro período continuou com a redução da volatilidade do índice BR20, cujas variações médias foram de 1,75% em relação ao Dow Jones e de 1,67% em detrimento do S&P 500. O quarto período, por sua vez, mostra o quanto o índice BR20 se comporta de forma parecida com o mercado brasileiro, pois quando os índices Dow Jones e S&P 500 aumentaram cada um em 1%, o índice BR20 reduzia, em média, 1,33% e 1,08% respectivamente. O último período não mostrou quebras significativas em relação ao primeiro período, de modo que as análises são as mesmas para ambos. As inclinações/volatilidade das variáveis em cada período se encontram na seção D3 do Apêndice D.

Os resíduos de todas essas regressões foram testados e confirmaram a hipótese de estacionariedade (seção D1 do Apêndice D). Com isso, é possível dizer que há uma relação de longo prazo entre o índice BR20 e ambos os mercados. Portanto, os resultados mostram que o índice BR20 é mais volátil em relação ao mercado norte-americano e que há uma proximidade maior com o mercado brasileiro. Isso está relacionado com a análise feita no tópico anterior, pois como o índice BR20 é composto por ações brasileiras negociadas nos EUA, faz com que o mesmo seja impactado por ambos os mercados, porém em proporções distintas conforme os números revelam.

Olhando o coeficiente de determinação (R^2), é possível ver o poder explicativo que existe entre o índice BR20 e os indicadores brasileiros. Entretanto, será através do mecanismo de correção de erros que se constatará a “força” da cointegração entre os indicadores. Apesar dos indícios de autocorrelação dos resíduos em todas as regressões feitas até então, disponíveis na seção D2 do Apêndice D, ela não afeta os valores corretos dos coeficientes (é não viesado). Como a autocorrelação tende a ser alta, a correção seria feita, provavelmente, utilizando a primeira diferença das variáveis. Este procedimento ocorre, automaticamente, na análise de curto prazo a seguir.

6.2 ANÁLISE DE CURTO PRAZO

A análise anterior mostrou que existe uma relação de longo prazo entre os mercados norte-americano e brasileiro, entretanto, sabe-se que no curto prazo podem ocorrer alguns desequilíbrios. Dessa forma, o mecanismo de correção de erros fornece a rapidez com que esses descompassos são corrigidos, levando novamente ao equilíbrio.

A regressão agora consiste no uso da primeira diferença das variáveis, acrescentando como variável independente o erro defasado. Dessa forma, se ele for estatisticamente significativo, significa que as variações do presente estão sendo influenciadas pelos erros passados. As Tabelas 5 e 6 mostram os resultados obtidos. Os resultados completos podem ser vistos na seção D4 do Apêndice D.

Tabela 5 – Mecanismo de correção de erros para os índices brasileiros

	dLnIBOV		dLnIBrX 100		dLnIBOV		dLnIBrX 100	
Const	1,62E-05		0,000142871		7,37E-06		0,00013386	
dLnDJIA	1,2247	***	1,17917	***	-	-	-	-
dLnS&P 500	-	-	-	-	1,15787	***	1,11714	***
Erro (-1)	-0,0046145	***	-0,004472	***	-0,004273	**	-0,00412	**
R²	0,370828		0,368886		0,389691		0,389276	
R² Ajustado	0,370416		0,368473		0,389292		0,388876	
Durbin-Watson	2,009489		2,004141		2,028902		2,026979	

Fonte: Resultados obtidos na pesquisa.

Tabela 6 – Mecanismo de correção de erros para o índice BR20

	dLnBR20		dLnBR20		dLnBR20		dLnBR20	
Const	-0,000108		-0,0001197		-2,19e-05		-0,0001402	
dLnDJIA	1,61672	***	-	-	-	-	-	-
dLnS&P500	-	-	1,52853	***	-	-	-	-
dLnIBOV	-	-	-	-	0,900125	***	-	-
dLnIBrX100	-	-	-	-	-	-	0,933182	***
Erro (-1)	-0,0026342	*	-0,002177		-0,021428	***	-0,007323	***
R²	0,586164		0,615876		0,738234		0,736304	
R² Ajustado	0,585893		0,615624		0,738063		0,736131	
Durbin-Watson	1,961801		1,955476		2,824076		2,894165	

Fonte: Resultados obtidos na pesquisa.

Aqui é importante que o coeficiente do erro defasado fique entre 0 e -1, mostrando que os desequilíbrios de curto prazo são corrigidos em determinada velocidade, convergindo para o seu equilíbrio. Todas as regressões atenderam a essa premissa e demonstraram que existe o mecanismo de correção de erros, sendo significativo. Os resultados revelam, considerando o índice Dow Jones como variável independente, que 0,0046% dos desequilíbrios de curto prazo do Ibovespa são corrigidos diariamente, de modo que o tempo para alcançar o equilíbrio é de 217 dias. Já em relação ao IBrX 100, o tempo de ajuste é um pouco mais lento, cerca de 224 dias, em função dos descompassos de curto prazo serem corrigidos em 0,0045% ao dia.

Por sua vez, tendo o índice S&P 500 como variável independente, os desequilíbrios de curto prazo se ajustam em uma velocidade mais lenta, tanto em relação ao Ibovespa quanto ao IBrX 100. Os desequilíbrios dos mesmos são corrigidos em cerca de 0,0043% e 0,0041% ao dia, respectivamente. Dessa forma, a velocidade de ajustamento é de 234 para o Ibovespa e de 243 dias para o IBrX 100. Utilizando a média aritmética para calcular a velocidade dos ajustes em relação ao mercado norte-americano, o Ibovespa mostrou-se mais ágil, corrigindo seus desequilíbrios em aproximadamente 226 dias. Já o IBrX 100 demora um pouco mais para voltar ao seu nível de longo prazo, cerca de 234 dias.

Comparando o índice BR20 com ambos os mercados, percebe-se que o mecanismo de correção de erros só é significativo no mercado brasileiro, apesar do coeficiente estar entre 0 e -1 nos dois mercados. Dessa forma, os desajustes de curto prazo do índice BR20 em relação ao Ibovespa são corrigidos em 0,0214% ao dia, isto é, em 47 dias se retoma o equilíbrio de longo prazo. Já para o IBrX 100 o equilíbrio é restaurando em 137 dias, uma vez que o ajuste diário é de 0,0073%. Aqui deve-se ter um pouco de cuidado com a análise em relação ao mercado brasileiro, pois ainda há indícios de autocorrelação dos resíduos.

Para o mercado norte-americano, pode-se afirmar que o mecanismo de correção de erros está presente, entretanto não é relevante. Em outras palavras, os erros do passado não impactam de maneira estatisticamente significativa nas variações presentes, não gerando o ajuste dos eventuais desequilíbrios. Por conseguinte, pode-se estabelecer que o índice BR20, composto por ações brasileiras negociadas nos EUA, tem uma relação de longo prazo mais estável (nível de cointegração mais forte) com a bolsa brasileira, principalmente com o Ibovespa, em função dos desajustes serem corrigidos mais rapidamente.

6.3 DECOMPOSIÇÃO BOX-JENKINS E A HEM

Conforme explicitado no capítulo 5 sobre a metodologia, a decomposição Box-Jenkins, ou simplesmente modelo ARIMA, permite que se possa utilizar o passado de uma variável para explicar o seu comportamento futuro. Dessa forma, tanto o seu passado quanto os seus distúrbios aleatórios anteriores podem ser importantes na hora de compreender o comportamento de uma série temporal e fazer sua previsão. Entretanto, trazendo para a HEM, Fama (1970) explica que um mercado eficiente é aquele que consegue refletir todas as informações disponíveis a partir de seus preços. Logo, todas as informações estariam instantaneamente precificadas, de modo que não se poderia utilizar qualquer recurso de previsão.

Para testar se essa hipótese está sendo válida em ambos os mercados, no período de estudo considerado, utilizou-se o retorno dos índices da bolsa, que já são estacionários, como variáveis para o modelo ARMA. O intuito do teste é detectar qual processo ARMA que cada variável segue, e com isso verificar se é possível, estatisticamente, que os valores dos índices anteriores ajudem na previsibilidade dos índices futuros. Portanto, o que será testado é a forma fraca de eficiência, isto é, sem considerar as informações públicas e privadas.

O primeiro passo é descobrir quais os possíveis processos AR e MA que cada retorno dos índices segue através dos seus respectivos correlogramas. Feito isso, monta-se uma tabela com as possíveis combinações de ARMA e testa-se cada uma delas. O critério de escolha utilizado foi o de Schwartz, pois além de minimizar os resíduos foi o que melhor se adequou ao modelo (critério da parcimônia). A Tabela 7 mostra os modelos que foram selecionados para cada variável.

Tabela 7 – Modelo ARMA escolhido para o retorno dos índices de mercado

Variável	Decomposição
dLnIBOV	ARMA (0,0)
dLnIBrX100	ARMA (1,0)
dLnBR20	ARMA (2,0)
dLnDJIA	ARMA (2,0)
dLnS&P500	ARMA (0,2)

Fonte: Resultados obtidos na pesquisa.

O procedimento seguinte é testar se cada um dos erros acima é estacionário, de forma a poder utilizar os modelos para a previsão. Feito isso, verificou-se que os resíduos eram todos estacionários. A regressão pode ser vista na Tabela 8 e os resultados completos se encontram no Apêndice E.

Os resultados mostraram que os índices IBrX 100, BR20, Dow Jones e S&P 500 não rejeitam a hipótese de previsibilidade, ou seja, é possível modelar o comportamento desses índices através de seu passado e utilizá-los de forma satisfatória na previsão dos indicadores – isto é, não há eficiência em sua forma fraca conforme destaca Fama (1970). As razões para a ineficiência podem estar atreladas à irracionalidade dos investidores, aumento dos custos de transações, assimetria de informações e grande especulação no mercado, fazendo que com as ineficiências de curto prazo não sejam corrigidas no longo prazo.

Tabela 8 – Decomposição ARMA para o retorno dos índices de mercado

	dLnIBOV	dLnIBrX100	dLnBR20	dLnDJIA	dLnS&P500
Const	0,00026	0,00037	0,000207	0,000195	0,0002138
AR (1)	-	-	0,08996 ***	-0,01902	-0,09431 ***
AR (2)	-	-	-	-0,06284 ***	-0,065724 ***
MA (1)	-	-	-	-	-0,09217 ***
MA (2)	-	-	-	-	-0,05743 ***

Fonte: Resultados obtidos na pesquisa.

Entretanto, em relação ao Ibovespa o resultado foi o oposto, mostrando que o modelo ARMA (0,0) é o que melhor se adéqua no período de estudo, rejeitando a hipótese de previsibilidade. Como a constante não é significativa, pode-se afirmar que o Ibovespa é eficiente e que os retornos médios são nulos.

Portanto, de modo geral, o mercado norte-americano não apresentou eficiência fraca como proposto por Fama (1970), pois todos os seus indicadores analisados apresentam um comportamento autorregressivo ou estocástico. Entretanto, o mercado brasileiro, considerando o índice de maior destaque (Ibovespa), é eficiente. Se for considerado o índice IBrX 100, que muitos acreditam ser o mais realista, ele passa a ser ineficiente. Esses resultados opostos no mercado brasileiro acabam convergindo com a análise de Forti, Peixoto e Santiago (2009), que demonstraram que há uma proporção de estudos que aceitam a eficiência fraca no mercado brasileiro e outra proporção que a rejeita.

6.4 DECOMPOSIÇÃO ARCH E GARCH

Um dos principais objetivos deste estudo está na análise da volatilidade dos mercados. É de extrema importância para o investidor conhecer como o mercado se comporta em termos de oscilação, afetando assim o risco e a lucratividade do investimento. Investidores mais

avessos ao risco preferem um mercado menos volátil e com maior estabilidade, enquanto que os investidores mais propensos ao risco preferem um mercado mais instável e volátil, pois permite uma margem de ganho maior, apesar dos maiores riscos de perdas. Por conseguinte, ao se mensurar a volatilidade e sua persistência no mercado de bolsa, é possível amenizar as incertezas presentes no mercado, traçando um padrão geral para determinado período de tempo.

Conforme destaca Gujarati (2006), as séries financeiras de forma geral sofrem o problema de aglomeração de volatilidade, ou seja, altas volatilidades (oscilações) seguidas de baixas volatilidades ao longo de um determinado período. Deste modo, a volatilidade de um mercado está associada à variância do seu risco, cujo comportamento geral é heterocedástico, ou seja, não é constante ao longo do tempo.

Para modelar esse comportamento do erro, os modelos mais adequados são o ARCH e GARCH, conforme demonstrado no capítulo 5, pois consegue determinar o impacto dos choques e a persistência da volatilidade. As variáveis utilizadas no modelo foram os erros de cada índice obtidos pela decomposição ARIMA. O procedimento segue a metodologia Box-Jenkins e o critério de escolha foi o de Schwartz. A Tabela 9 mostra a escolha feita para a decomposição do erro.

Tabela 9 – Modelo GARCH escolhido para o retorno dos índices de mercado

Variável	Decomposição
Resíduo dLnIBOV	GARCH (1,2)
Resíduo dLnIBrX100	GARCH (1,2)
Resíduo dLnBR20	GARCH (1,2)
Resíduo dLnDJIA	GARCH (1,2)
Resíduo dLnS&P500	GARCH (1,2)

Fonte: Resultados obtidos na pesquisa.

Para todos os modelos a melhor escolha foi o GARCH (1,2), isto é, há um componente GARCH e dois componentes ARCH. Os resultados podem ser vistos na Tabela 10. O Apêndice F traz os resultados completos.

Para o Ibovespa, o coeficiente de reação de curto prazo é de 3,5%, mostrando um ajuste rápido aos choques. Considerando o longo prazo, a persistência da volatilidade aumenta fortemente, sendo de 97,3%. Para o IBrX 100, o comportamento da volatilidade é relativamente parecido, mostrando que no curto prazo a reação é de 3,4%, enquanto que a persistência dos choques chega a 98,1%.

Considerando o mercado norte-americano, o índice BR20 possui um coeficiente de reação de curto prazo de 2,76%, caracterizando o ajuste mais rápido entre todas as variáveis. Seu coeficiente de persistência de longo prazo, por outro lado, é alto, sendo de 98,5%. Para os índices Dow Jones e S&P 500, a reação no curto prazo é mais lenta, sendo de 6,5% e 5,8% respectivamente. Considerando o longo prazo, a volatilidade também é alta, sendo de 97,2% para o Dow Jones e 97,3% para o S&P 500.

Tabela 10 – Decomposição GARCH para o retorno dos índices de mercado

	Retorno IBOV		Retorno IBrX100		Retorno BR20		Retorno DJIA		Retorno S&P500	
Const	0,00032		0,000304		0,0002555		0,000432	***	0,000418	***
ARCH (0)	1,22E-05	***	8,02E-06	***	6,99E-06	***	2,77E-06	***	2,98E-06	***
ARCH (1)	0,03473	**	0,034117	**	0,02755	***	0,06489	***	0,05794	***
ARCH (2)	0,06594	***	0,065376	-	0,05951	***	0,07404	***	0,07434	***
GARCH (1)	0,87245	***	0,88193	-	0,89786	***	0,8332	***	0,8404	***

Fonte: Resultados obtidos na pesquisa.

Levando em conta ambos os mercados, e uma média aritmética simples, o coeficiente de curto prazo de reação aos choques no mercado brasileiro e norte-americano são de 3,45% e 5,02%, respectivamente. Já a persistência dos choques no longo prazo é a mesma em ambos os mercados, 97,7%.

Dessa forma, percebe-se que ambas bolsas são bastante similares em relação à demora da dispersão da volatilidade no mercado, mostrando que os choques persistem por elevado tempo. Entretanto, no curto prazo, o mercado brasileiro reage de forma mais rápida do que o mercado norte-americano. Isso pode estar atrelado ao fato que o Brasil é um país emergente e está suscetível aos choques de diversas naturezas e magnitudes, gerando a necessidade de uma rápida reação no curto prazo.

Esses resultados são importantes para que os agentes econômicos possa tomar sua decisão de investir, existindo assim um *trade-off* entre o curto e o longo prazo. Conforme destaca Pinheiro (2014), os agentes econômicos que utilizam o mercado bursátil possuem determinadas posturas, podendo ser classificados como especuladores ou investidores. Os especuladores são aquelas pessoas que estão preocupadas com o seu retorno de curto prazo, buscando através da oscilação do mercado (volatilidade) obter maiores rendimentos. Entretanto, essa relação é uma via de mão-dupla, pois ao mesmo tempo em que ele se utiliza da volatilidade do mercado para se alavancar, também é responsável por causar o aumento das

oscilações nesse mercado. Dentro dessa perspectiva, o mercado norte-americano se apresenta mais interessante para o especulador, uma vez que os choques de curto prazo permanecem por mais tempo, possibilitando que o mesmo consiga buscar maiores lucros em suas negociações.

O investidor, por sua vez, está preocupado com a lucratividade do mercado no longo prazo, tendo como características a aversão ao risco e a busca pela manutenção dos ganhos. Muitas vezes permanece com determinada ação por um longo período de tempo com o intuito de aproveitar todos os benefícios e proventos gerados pela mesma. Olhando somente pela ótica da volatilidade de longo prazo, o investidor será indiferente entre investir no Brasil ou nos Estados Unidos, pois ambos os mercados possuem o mesmo grau de persistência de volatilidade e, conseqüentemente, de incerteza em relação aos retornos.

Apesar da importância da volatilidade, sempre deve-se ter em mente a teoria da diversificação enfatizada por Markowitz (1952), assim como o binômio risco-retorno. Os mercados globais contam com vários tipos de ativos com diversos patamares de riscos. Dessa maneira, é importante selecionar um *portfólio* heterogêneo, que possibilite a redução dos riscos através de uma correlação adequada e suficiente entre os ativos, e que gere bons rendimentos. Mesclar ativos de diversos países pode ser uma grande oportunidade para diluir a volatilidade de sua carteira, principalmente por conter riscos sistemáticos distintos.

7 CONCLUSÃO

Como os mercados estão ficando mais globalizados e interligados, os investidores acabam recebendo novas oportunidades de investimentos, podendo alocar os seus recursos de forma mais diversificada, diluindo o risco. E um dos principais mercados escolhidos para a realização dos investimentos são os EUA, que com sua economia desenvolvida e forte atraem diversos tipos de capitais. O capítulo 2 mostrou a evolução histórica das bolsas brasileira e norte-americana, relatando como foi o processo de crescimento desse mercado em cada país, o qual permitiu o desenvolvimento do mercado de capitais local e global. Os principais índices de cada bolsa de valores também foram explorados, buscando entender o seu funcionamento e suas principais características, de modo a poder utilizá-los como ferramentas de análise de desempenho dos mercados.

Foi possível observar que o mercado norte-americano está consolidado no topo mundial em relação ao volume negociado e à capitalização de mercado, entretanto o Brasil segue uma perspectiva crescente, se tornando um dos principais *players* dos países emergentes. Através do panorama atual dos últimos 12 anos apresentado no capítulo 3,

verificou-se que o comportamento dos índices em ambos os mercados foi relativamente similar até o final de 2012, divergindo posteriormente em função da instabilidade política e econômica do país. Entretanto, não foi possível rejeitar, estatisticamente, a hipótese de que a partir de 2013 não há uma relação estável e de equilíbrio entre as bolsas.

Dentro do mercado de bolsa, o mercado acionário vem se fortalecendo, dado que as ações possibilitam a capitalização das empresas e fornecem várias formas de remuneração para o investidor, conforme demonstrado no capítulo 4. As ações de uma determinada empresa já não estão mais restritas ao mercado interno, podendo ser negociadas no mercado externo através dos *Depositary Receipts* (DRs). E é dentro dessa perspectiva de interação entre os mercados bursáteis que o estudo se propôs a verificar, estatisticamente, as relações de curto e longo prazo entre os mercados norte-americano e brasileiro, assim como a eficiência dos mesmos e o grau de volatilidade persistente.

Partindo para o contexto econométrico do estudo, os resultados demonstraram que há um comportamento estável de longo prazo entre o mercado bursátil brasileiro e norte-americano, comprovando a existência da inter-relação entre as bolsas de valores. Considerando ainda o longo prazo, a bolsa brasileira se mostrou mais volátil que a bolsa norte-americana em praticamente todos os períodos de análise, entretanto essa volatilidade foi diminuindo ao longo do tempo, demonstrando um crescimento mais estável. Entre 2013 e 2015 os resultados mostraram uma correlação negativa entre as bolsas, isto é, os indicadores norte-americanos estavam crescendo (com exceção do índice BR20) enquanto que os indicadores brasileiros estavam declinando. No entanto, nos demais períodos a correlação se mostrou positiva, atendendo as expectativas *a priori* de que os mercados globais interagem entre si e afetam o desempenho dos mercados periféricos.

Apesar da relação de equilíbrio no longo prazo, no curto prazo tende a ocorrer certos desajustes entre as bolsas. Portanto, nesse contexto, o mecanismo de correção de erros entra como uma ferramenta capaz de mostrar a velocidade de conversão para o equilíbrio de longo prazo. Dessa forma, os resultados mostraram que há certa lentidão para a bolsa brasileira atingir o equilíbrio de longo prazo. Em média, os desajustes são corrigidos em 230 dias, ou seja, 7,7 meses. Para o mercado norte-americano os resultados não foram estatisticamente significativos.

Analisando o índice de ADRs brasileiros, BR20, verificou-se que ele também possui uma relação de longo prazo tanto com o mercado norte-americano quanto com o mercado brasileiro. A volatilidade do índice acabou se mostrando maior se comparado com a bolsa dos EUA, tendo um comportamento muito semelhante com a bolsa brasileira. Seu desempenho se

mostrou constante ao longo do tempo se comparado aos indicadores brasileiros, representando uma volatilidade média de 82%. O mecanismo de correção de erros ratificou os resultados anteriores, mostrando que os desequilíbrios de curto prazo são corrigidos mais rapidamente considerando a bolsa brasileira, demorando, em média, 92 dias.

Esse resultado pode servir como uma ferramenta de análise ao investidor. Logo, a tática do mesmo será observar a variável independente, ou seja, o índice que está causando no modelo, e com isso analisar o seu comportamento. A partir daí, como as variáveis são cointegradas, o investidor pode traçar sua estratégia dado que conhecerá a tendência comportamental da variável dependente. Em outras palavras, quando duas variáveis são cointegradas elas mantêm uma relação estável de longo prazo, ou seja, possuem comportamentos similares. Com o erro defasado sendo significativo, e estando entre 0 e -1, é possível determinar quanto tempo demora para os desajustes de curto prazo serem corrigidos e atingirem o equilíbrio de longo prazo. Com isso, o investidor americano poderá olhar para o comportamento das suas ações na bolsa brasileira, mais especificamente o Ibovespa, e decidir qual a melhor estratégia de investimento, uma vez que as suas ações dentro do mercado norte-americano (BR20) se comportam de forma similar às mesmas no mercado brasileiro.

O teste para comprovar se ambos os mercados são eficientes em sua forma fraca foi feito através da decomposição Box-Jenkins, isto é, modelo ARIMA, com o intuito de verificar se o comportamento dos índices no passado poderia ser útil para a previsão dos indicadores. Apenas o Ibovespa se mostrou eficiente entre todos os indicadores, demonstrando que há um retorno médio nulo para os investidores. Como o IBrX 100 não conseguiu rejeitar a hipótese de previsibilidade, não é possível afirmar que o mercado brasileiro como um todo seja eficiente. Por outro lado, o mercado norte-americano se mostrou ineficiente, sendo explicado tanto por comportamentos estocásticos quanto autorregressivos.

Utilizando a decomposição ARCH e GARCH para o erro dos retornos dos índices, verificou-se um comportamento relativamente comum entre os mercados. O coeficiente de reação de curtíssimo prazo mostrou que o mercado brasileiro reage, em média, mais rapidamente aos choques do que o mercado norte americano. Considerando o coeficiente de reação total dos mercados, o processo de reação história é um pouco mais lento, sendo de 10% para a bolsa brasileira e 12% para a bolsa norte-americana. Levando em conta o impacto da volatilidade passada, a bolsa brasileira é mais atingida em, aproximadamente, dois pontos percentuais a mais. Entretanto, considerando a persistência da volatilidade que engloba todos os coeficientes do modelo, ambas as bolsas demonstram uma grande demora na dissipação da volatilidade média, sendo superior a 97% nos dois mercados.

Todos os resultados relatados anteriormente mostram que a bolsa norte-americana tende a ser mais estável que a brasileira, pois sua oscilação é menor ao longo do tempo. Entretanto, o mercado brasileiro conseguiu melhorar o seu comportamento, reduzindo a sua volatilidade. Essa melhora acabou sendo afetada pelos descompassos da economia brasileira, fazendo com que a volatilidade aumentasse novamente em 2016. De forma geral, os desajustes de curto prazo da bolsa brasileira são corrigidos muito lentamente, demorando alguns meses, mas, considerando os choques de volatilidade, ambos os mercados apresentam um comportamento semelhante, com alta persistência de volatilidade.

Por fim, é importante salientar que o estudo está restrito aos mercados norte-americano e brasileiro. Logo, é interessante que haja outras abordagens que considerem os diversos mercados de bolsa mundial, a fim de potencializar o instrumento de análise do investidor. Outra sugestão seria um estudo que utilizasse a composição das carteiras hipotéticas dos indicadores como “proxys” para carteiras de investimento perfeitamente diversificadas, buscando analisar o risco-retorno de cada uma e a sua eficiência em relação às teorias de mercado de capitais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, Eurilton; FAJARDO, José; TAVANI, Leonardo C. di. CAPM usando uma carteira sintética do PIB Brasileiro. **Estudos Econômicos**, São Paulo, v. 36, n. 3, p. 465-505, jul jul./set. 2006. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-41612006000300003&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 20 maio 2016.

ASSAF NETO, Alexandre. **Mercado financeiro**. 11. ed. São Paulo: Atlas, 2012.

BATISTA, Arturo T. S.; TÁVORA JÚNIOR, José L. As inter-relações envolvendo as principais bolsas de valores mundiais: um enfoque utilizando séries temporais. **Revista do BNDES**, Rio de Janeiro, n. 38, p. 181-217, dez. 2012. Disponível em: <https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/2966/1/RB%2038%20As%20inter-rela%C3%A7%C3%B5es%20envolvendo%20as%20principais%20bolsas%20de%20valores_P.pdf>. Acesso em: 12 maio 2016.

BM&FBOVESPA. **Metodologia do Índice Bovespa**. Disponível em: <http://www.bmfbovespa.com.br/pt_br/produtos/indices/indices-amplos/indice-ibovespa-ibovespa.htm>. Acesso em: 02 ago. 2016.

BM&FBOVESPA. **Metodologia do Índice Brasil 100 (IBrX 100)**. Disponível em: <http://www.bmfbovespa.com.br/pt_br/produtos/indices/indices-amplos/indice-brasil-100-ibrx-100-1.htm>. Acesso em: 02 ago. 2016.

BRUTTI RIGHI, Marcelo; CERETTA, Paulo Sérgio. Efeito da crise de 2007/2008 na transmissão internacional de volatilidade no mercado de capitais brasileiro. **Revista Eletrônica de Administração**, v. 19, n. 2, p. 384-400, ago. 2013. Disponível em: <<http://www.seer.ufrgs.br/index.php/read/article/view/41233/26116>>. Acesso em: 20 maio 2016.

BUENO, Rodrigo de L. da S. **Econometria de séries temporais**. 2. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2011.

CAMARGOS, Marcos A. de.; BARBOSA, Francisco V. Eficiência informacional do mercado de capitais brasileiro pós-Plano Real: um estudo de eventos dos anúncios de fusões e aquisições. **Revista de Administração**, São Paulo, v.41, n.1, p.43-58, jan./fev./mar. 2006. Disponível em: <http://200.232.30.99/busca/artigo.asp?num_artigo=1180>. Acesso em: 20 maio 2016.

CARVALHO, Maria A. de; SILVA, César R. L. **Economia Internacional**. 4.ed. São Paulo: Saraiva, 2007.

CAVALCANTE, Francisco; MISUMI, Jorge Y.; RUDGE, Luiz F. **Mercado de capitais: o que é, como funciona**. 7. ed. rev. atual. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009.

DAMODARAN, Aswath. **Avaliação de investimentos: ferramentas e técnicas para a determinação do valor de qualquer ativo**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1999.

EIZIRIK, Nelson et al. **Mercado de capitais**: regime jurídico. Rio de Janeiro: Renovar, 2008.

FAMA, Eugene F. **Efficient capital markets**: a review of theory and empirical work. *The Journal of Finance*, v. 25, n. 2, p. 383-417, Cambridge, may. 1970. Disponível em: <<http://efinance.org.cn/cn/fm/Efficient%20Capital%20Markets%20A%20Review%20of%20Theory%20and%20Empirical%20Work.pdf>>. Acesso em: 18 maio 2016.

FORTI, Cristiano A. B.; PEIXOTO, Fernanda M.; SANTIAGO, Wagner de P. Hipótese da eficiência de mercado: um estudo exploratório no mercado de capitais brasileiro. **Gestão & Regionalidade**, São Caetano do Sul, v. 25, n. 75, p. 45-55, set./dez. 2009. Disponível em: <http://seer.uscs.edu.br/index.php/revista_gestao/article/viewFile/188/111>. Acesso em: 20 maio 2016.

FORTUNA, Eduardo. **Mercado financeiro**: produtos e serviços. 17. ed. rev., atual. e ampl. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2008.

GUJARATI, Damodar N. **Econometria básica**. 4. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2006.

ÍNDICE Dow Jones Brazil Titans 20 ADR: introdução ao novo referencial de derivativos da BM&F. **Resenha BM&F**, v. 162, p. 17-20, 2005. Disponível em: <<http://lojavirtual.bmf.com.br/LojaIE/Portal/Pages/Publicacoes/Resenhas/arquivos/162/especial04.pdf>>. Acesso em: 02 ago. 2016.

KOPITTKKE, Bruno H.; FREITAS Sheizi C. de. Considerações acerca do *Capital Asset Pricing Model* (CAPM) e sua utilização nos dias atuais. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 21., 2001, Salvador. **Anais eletrônicos...** São Paulo: ABREPO, 2001. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2001_TR34_0027.pdf>. Acesso em: 17 maio 2016.

LOPES, Luiz M., VASCONCELLOS, Marco A. S. de (organizadores). **Manual de Macroeconomia**: nível básico e nível intermediário. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

MELLAGI FILHO, Armando; ISHIKAWA, Sérgio. **Mercado financeiro e de capitais**. 2. ed. 8. reimpr. São Paulo: Atlas, 2012.

METTE, Frederike; MARTINS, Marco A. S. Uma análise de co-integração entre o Índice Bovespa e o Índice Dow Jones. **Revista de Negócios Business Review**, n. 09, mar. 2010. Disponível em: <<http://docplayer.com.br/260795-Uma-analise-de-co-integracao-entre-o-indice-bovespa-e-o-indice-dow-jones.html>>. Acesso em: 12 maio 2016.

OLIVEIRA, Gilson; PACHECO, Marcelo. **Mercado financeiro**: objetivo e profissional. São Paulo: Fundamento, 2005.

OLIVEIRA, Miguel D. B. de. **Introdução ao mercado de ações**. 2. ed. [Belo Horizonte]: Comissão Nacional de Bolsas de Valores, 1980.

PINHEIRO, Juliano L. **Mercado de capitais**: fundamentos e técnicas. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2014.

RUDGE, Luiz F.; CAVALCANTE, Francisco. **Mercado de capitais**. 4. ed. Belo Horizonte: Comissão Nacional de Bolsas de Valores, 1998.

SANTOS, Ramon K. B. Aplicação dos modelos CAPM e de Markowitz em uma carteira de investimento nordestina, **I Encontro Pernambucano de Economia**, Pernambuco, 2012. Disponível em: <http://linkpe.com.br/enpecon/artigos/Aplica%E7%E3o%20dos%20Modelos%20CAPM%20e%20de%20Markowitz%20em%20uma%20Carteira%20de%20Investimento%20Nordestina.pdf> Acesso em: 12 maio 2016.

SANVICENTE, Antônio Z.; MELLAGI FILHO, Armando. **Mercado de capitais e estratégias de investimento**. São Paulo: Atlas, 1988.

WOOLDRIDGE, Jeffrey M. **Introdução à econometria**: uma abordagem moderna. 4. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2010.

ZANINI, FRANCISCO A. M.; FIGUEIREDO, ANTONIO C. As teorias de carteira de Markowitz e de Sharpe: uma aplicação no mercado brasileiro de ações entre julho/95 e junho/2000. **Revista de Administração Mackenzie**, São Paulo, v. 6, n. 2, p. 38-64, 2005. Disponível em: <http://www.redalyc.org/pdf/1954/195416193003.pdf>. Acesso em: 16 maio 2016.

APÊNDICE A – Critérios para seleção de ativos no Ibovespa, IBrX 100 e BR20

Segundo a BM&FBovespa (Brasil, 2015), os critérios para inclusão de ações no Ibovespa são:

1. Estar entre os ativos mais negociados, isto é, de maior Índice de Negociabilidade, nas últimas três carteiras, representando em conjunto 85% do total do índice.
2. Ser negociada no mercado com frequência de 95%, considerando as últimas três carteiras;
3. Ter participação relativa em 0,1% no volume negociado, nas últimas três carteiras, considerando o mercado à vista.
4. As ações não podem valer menos de R\$ 1,00 (“*Penny Stock*”).

O Índice de Negociabilidade (IN), um dos principais critérios de inclusão de uma ação no Ibovespa, pode ser calculado da seguinte forma:

$$IN = \sqrt{\frac{n}{N}} \times \frac{v}{V}$$

onde: n = número de negócios realizados no mercado à vista nos últimos 12 meses; N = número de negócios total do mercado à vista dos últimos 12 meses; v = volume negociado, em reais, com a ação no mercado à vista nos últimos 12 meses; e V = volume total negociado, em reais, no mercado à vista dos últimos 12 meses (MELLAGI FILHO e ISHIKAWA, 2012).

Já para o IBrX 100, os critérios para inclusão de ações são (BM&FBovespa, 2015):

1. Estar entre os 100 ativos mais negociados (Índice de Negociabilidade) nas últimas três carteiras;
2. Ser negociada no mercado com frequência de 95%, considerando as últimas três carteiras;
3. As ações não podem valer menos de R\$ 1,00 (“*Penny Stock*”).

O critério de inserção das ações no índice BR20 está relacionado com os indicadores de liquidez e volume. O processo pode ser visto a seguir, conforme cita a BM&F (Brasil, 2005):

1. São feitas duas classificações: uma de acordo com a capitalização de mercado ajustada pela quantidade transacionada e outra pela média do volume negociado;
2. Ponderam-se igualmente as duas classificações;
3. Com apenas uma classificação final, é escolhido, de forma decrescente, os 20 componentes do índice.

APÊNDICE B – Teste de Dickey-Fuller

O teste de DF, segundo Gujarati (2006), pode ser estimado de três maneiras possíveis:

- (i) Y_t é um processo aleatório:

$$\Delta Y_t = \delta Y_{t-1} + u_t$$

- (ii) Y_t é um passeio aleatório com deslocamento:

$$\Delta Y_t = \beta_1 + \delta Y_{t-1} + u_t$$

- (iii) Y_t é um passeio aleatório com deslocamento em torno de uma tendência estocástica:

$$\Delta Y_t = \beta_1 + \beta_2 t + \delta Y_{t-1} + u_t$$

onde $\delta = (\rho - 1)$; e Δ é o operador de diferenças.

Para que a série seja estacionária (hipótese alternativa), é necessário que δ seja estatisticamente diferente de zero. Caso δ seja igual a zero, então $\rho = 1$, ou seja, há raiz unitária e a série não é estacionária (hipótese nula). Para saber se δ é ou não significativo é necessário consultar a tabela de DF com os valores críticos para cada caso, e o critério levado em conta será sempre pela maioria (GUJARATI, 2006).

APÊNDICE C – Metodologia Box-Jenkins

A metodologia Box-Jenkins consiste em quatro etapas (BUENO, 2011; GUJARATI, 2006):

1. Identificação: Conhecer a ordem p, d, q , ou seja, identificar quantos processos autorregressivos (p) e de médias móveis (q) há no modelo, além de sua integração (d);
2. Estimação: estimar os coeficientes ϕ_s e θ_s do modelo;
3. Verificação de diagnóstico: diagnosticar se o modelo selecionado se ajusta bem aos dados e possibilita a ocorrência de erros *white noise*;
4. Previsão: Com base no modelo obtido se faz a previsão.

A parte mais difícil da metodologia é descobrir a ordem do processo. Primeiramente se identifica a ordem de integração d , que não é difícil, basta fazer os testes formais ou informais de raiz unitária. Em seguida, utilizando a série estacionária, usa-se a FAC para sinalizar a ordem MA e a FACP para sinalizar a ordem AR. Com essa sinalização é possível fazer várias combinações de ARMA (p, q), e então se escolhe o modelo pelo menor critério de Akaike, Schwartz e SQR, além do critério da parcimônia. Escolhido o modelo, testa-se o resíduo gerado pelo mesmo, e verifica-se a ocorrência de resíduos *white noise*. Se a resposta for positiva, o modelo já pode ser aplicado para fazer previsão, se a mesma for negativa, inicia-se todo o procedimento novamente.

APÊNDICE D – Resultados Completos e Auxiliares das Regressões

(i) SEÇÃO D1: Testes de estacionariedade

Teste de Dickey-Fuller	Coeficiente do Teste			Valor Tabelado			Estacionário
	Sem Constante	Com Constante	Constante e Tend.	Sem Constante	Com Constante	Constante e Tend.	
IBOV	-0,403634	-1,92072	-1,84861	-1,94	-2,86	-3,41	NÃO
LnIBOV	0,52355	-2,3097	-2,12628	-1,94	-2,86	-3,41	NÃO
dLnIBOV	-50,4963	-50,5011	-50,5396	-1,94	-2,86	-3,41	SIM
IBrX 100	-0,259974	-2,19486	-1,9304	-1,94	-2,86	-3,41	NÃO
LnIBrX100	0,812562	-2,7622	-2,28457	-1,94	-2,86	-3,41	NÃO
dLnIBrX100	-51,0188	-51,016	-51,0507	-1,94	-2,86	-3,41	SIM
BR20	-0,439924	-2,25727	-2,2118	-1,94	-2,86	-3,41	NÃO
LnBR20	0,39121	-2,53384	-2,42723	-1,94	-2,86	-3,41	NÃO
dLnBR20	-56,2693	-56,2643	-56,2954	-1,94	-2,86	-3,41	SIM
DJIA	0,992245	-0,683018	-1,92091	-1,94	-2,86	-3,41	NÃO
LnDJIA	0,936036	-1,0569	-2,0847	-1,94	-2,86	-3,41	NÃO
dLnDJIA	-60,3817	-60,3916	-60,3866	-1,94	-2,86	-3,41	SIM
S&P500	1,10415	-0,44376	-1,57117	-1,94	-2,86	-3,41	NÃO
LnS&P500	0,940398	-0,933431	-1,82527	-1,94	-2,86	-3,41	NÃO
dLnS&P500	-60,3361	-60,3465	-60,3442	-1,94	-2,86	-3,41	SIM

Teste de Engle-Granger Aumentado	Coeficiente do Teste		Valor Tabelado		Estacionário (5%)
	Com Constante	Constante e Tend.	Com Constante	Constante e Tend.	
Resíduo IBOV x DJIA	-5,21153	-5,21153	-3,34	-3,78	SIM
Resíduo IBOV x S&P 500	-4,85472	-4,85401	-3,34	-3,78	SIM
Resíduo IBrX 100 x DJIA	-4,8768	-4,87579	-3,34	-3,78	SIM
Resíduo IBrX 100 x S&P 500	-4,55656	-4,55504	-3,34	-3,78	SIM
Resíduo BR20 x DJIA	-4,78615	-4,78838	-3,34	-3,78	SIM
Resíduo BR20 x S&P 500	-4,47859	-4,47723	-3,34	-3,78	SIM
Resíduo BR20 x IBOV	-3,70619	-3,91967	-3,34	-3,78	SIM
Resíduo BR20 x IBrX 100	-1,7743	-5,01705	-3,34	-3,78	NÃO/SIM

(ii) **SEÇÃO D2: Regressão utilizando MQO**

Modelo 1: MQO, usando as observações 2004-10-01:2016-06-21 (T = 3058)

Variável dependente: l_IBOV

	<i>Coefficiente</i>	<i>Erro Padrão</i>	<i>razão-t</i>	<i>p-valor</i>	
const	-30,1138	0,572869	-52,5666	<0,0001	***
l_DJIA	4,26311	0,0611844	69,6765	<0,0001	***
D2	14,5365	1,29947	11,1864	<0,0001	***
D3	21,6053	0,752545	28,7096	<0,0001	***
D4	56,9301	0,665874	85,4967	<0,0001	***
D5	0,252917	3,52378	0,0718	0,9428	
D2LNDJIA	-1,47905	0,139717	-10,5860	<0,0001	***
D3LNDJIA	-2,21204	0,0809787	-27,3163	<0,0001	***
D4LNDJIA	-6,00532	0,0706512	-84,9996	<0,0001	***
D5LNDJIA	-0,231138	0,361097	-0,6401	0,5222	
Média var. dependente	10,03175	D.P. var. dependente	0,436356		
Soma resíd. quadrados	102,8222	E.P. da regressão	0,183669		
R-quadrado	0,823352	R-quadrado ajustado	0,822830		
F(9, 3048)	1578,513	P-valor(F)	0,000000		
Log da verossimilhança	848,0414	Critério de Akaike	-1676,083		
Critério de Schwarz	-1615,828	Critério Hannan-Quinn	-1654,430		
rô	0,979290	Durbin-Watson	0,041043		

Modelo 2: MQO, usando as observações 2004-10-01:2016-06-21 (T = 3058)

Variável dependente: l_IBrX100

	<i>Coefficiente</i>	<i>Erro Padrão</i>	<i>razão-t</i>	<i>p-valor</i>	
const	-33,6991	0,571665	-58,9491	<0,0001	***
l_DJIA	4,52428	0,0610558	74,1007	<0,0001	***
D2	17,3134	1,29674	13,3515	<0,0001	***
D3	25,0373	0,750963	33,3403	<0,0001	***
D4	54,243	0,664475	81,6329	<0,0001	***
D5	4,21405	3,51638	1,1984	0,2309	
D2LNDJIA	-1,7724	0,139424	-12,7124	<0,0001	***
D3LNDJIA	-2,58021	0,0808085	-31,9299	<0,0001	***
D4LNDJIA	-5,71324	0,0705027	-81,0358	<0,0001	***
D5LNDJIA	-0,6209	0,360338	-1,7231	0,0850	*
Média var. dependente	8,979332	D.P. var. dependente	0,430787		
Soma resíd. quadrados	102,3904	E.P. da regressão	0,183283		
R-quadrado	0,819516	R-quadrado ajustado	0,818983		
F(9, 3048)	1537,770	P-valor(F)	0,000000		
Log da verossimilhança	854,4756	Critério de Akaike	-1688,951		
Critério de Schwarz	-1628,696	Critério Hannan-Quinn	-1667,299		
rô	0,981501	Durbin-Watson	0,036337		

Modelo 3: MQO, usando as observações 2004-10-01:2016-06-21 (T = 3058)

Variável dependente: l_IBOV

	<i>Coefficiente</i>	<i>Erro Padrão</i>	<i>razão-t</i>	<i>p-valor</i>	
const	-22,8386	0,498764	-45,7903	<0,0001	***
D2	16,6773	0,905153	18,4248	<0,0001	***
D3	19,5177	0,612191	31,8818	<0,0001	***
D4	43,2165	0,540833	79,9073	<0,0001	***
D5	2,11428	2,8146	0,7512	0,4526	
D2LNSP500	-2,21832	0,127414	-17,4103	<0,0001	***
D3LNSP500	-2,57806	0,0861396	-29,9289	<0,0001	***
D4LNSP500	-5,93365	0,0749424	-79,1761	<0,0001	***
D5LNSP500	-0,575089	0,369888	-1,5548	0,1201	
l_SP500	4,5434	0,0694253	65,4430	<0,0001	***
Média var. dependente	10,03175	D.P. var. dependente	0,436356		
Soma resíd. quadrados	108,1528	E.P. da regressão	0,188370		
R-quadrado	0,814194	R-quadrado ajustado	0,813645		
F(9, 3048)	1484,020	P-valor(F)	0,000000		
Log da verossimilhança	770,7600	Critério de Akaike	-1521,520		
Critério de Schwarz	-1461,265	Critério Hannan-Quinn	-1499,867		
rô	0,981503	Durbin-Watson	0,036948		

Modelo 4: MQO, usando as observações 2004-10-01:2016-06-21 (T = 3058)

Variável dependente: l_IBrX100

	<i>Coefficiente</i>	<i>Erro Padrão</i>	<i>razão-t</i>	<i>p-valor</i>	
const	-26,1628	0,500108	-52,3144	<0,0001	***
D2	19,0889	0,907592	21,0325	<0,0001	***
D3	22,409	0,61384	36,5063	<0,0001	***
D4	42,3982	0,54229	78,1835	<0,0001	***
D5	5,47948	2,82218	1,9416	0,0523	*
D2LNSP500	-2,54989	0,127758	-19,9589	<0,0001	***
D3LNSP500	-2,98333	0,0863716	-34,5406	<0,0001	***
D4LNSP500	-5,80772	0,0751443	-77,2875	<0,0001	***
D5LNSP500	-0,99999	0,370885	-2,6962	0,0071	***
l_SP500	4,84743	0,0696123	69,6346	<0,0001	***
Média var. dependente	8,979332	D.P. var. dependente	0,430787		
Soma resíd. quadrados	108,7363	E.P. da regressão	0,188877		
R-quadrado	0,808330	R-quadrado ajustado	0,807764		
F(9, 3048)	1428,260	P-valor(F)	0,000000		
Log da verossimilhança	762,5326	Critério de Akaike	-1505,065		
Critério de Schwarz	-1444,810	Critério Hannan-Quinn	-1483,413		
rô	0,983152	Durbin-Watson	0,033556		

Modelo 5: MQO, usando as observações 2004-10-01:2016-06-21 (T = 3058)

Variável dependente: l_BR20

	<i>Coefficiente</i>	<i>Erro Padrão</i>	<i>razão-t</i>	<i>p-valor</i>	
const	-24,4083	0,544177	-44,8536	<0,0001	***
l_DJIA	3,66475	0,0581199	63,0550	<0,0001	***
D2	10,1685	1,23439	8,2377	<0,0001	***
D3	18,6024	0,714853	26,0227	<0,0001	***
D4	47,293	0,632523	74,7688	<0,0001	***
D5	-2,83377	3,34729	-0,8466	0,3973	
D2LNDJIA	-1,0248	0,132719	-7,7215	<0,0001	***
D3LNDJIA	-1,91816	0,0769228	-24,9361	<0,0001	***
D4LNDJIA	-4,99519	0,0671125	-74,4300	<0,0001	***
D5LNDJIA	0,101393	0,343011	0,2956	0,7676	
Média var. dependente	10,05459	D.P. var. dependente	0,366080		
Soma resíd. quadrados	92,78028	E.P. da regressão	0,174470		
R-quadrado	0,773531	R-quadrado ajustado	0,772862		
F(9, 3048)	1156,756	P-valor(F)	0,000000		
Log da verossimilhança	1005,173	Critério de Akaike	-1990,345		
Critério de Schwarz	-1930,090	Critério Hannan-Quinn	-1968,693		
rô	0,984413	Durbin-Watson	0,030578		

Modelo 6: MQO, usando as observações 2004-10-01:2016-06-21 (T = 3058)

Variável dependente: l_BR20

	<i>Coefficiente</i>	<i>Erro Padrão</i>	<i>razão-t</i>	<i>p-valor</i>	
const	-18,344	0,466806	-39,2968	<0,0001	***
D2	13,0524	0,847156	15,4073	<0,0001	***
D3	16,9773	0,572965	29,6305	<0,0001	***
D4	36,4142	0,50618	71,9391	<0,0001	***
D5	-0,233248	2,63425	-0,0885	0,9294	
D2LNSP500	-1,73016	0,11925	-14,5087	<0,0001	***
D3LNSP500	-2,26163	0,0806203	-28,0529	<0,0001	***
D4LNSP500	-5,00756	0,0701405	-71,3932	<0,0001	***
D5LNSP500	-0,242571	0,346188	-0,7007	0,4835	
l_SP500	3,93212	0,0649769	60,5156	<0,0001	***
Média var. dependente	10,05459	D.P. var. dependente	0,366080		
Soma resíd. quadrados	94,73725	E.P. da regressão	0,176300		
R-quadrado	0,768754	R-quadrado ajustado	0,768072		
F(9, 3048)	1125,865	P-valor(F)	0,000000		
Log da verossimilhança	973,2575	Critério de Akaike	-1926,515		
Critério de Schwarz	-1866,260	Critério Hannan-Quinn	-1904,862		
rô	0,986020	Durbin-Watson	0,027797		

Modelo 7: MQO, usando as observações 2004-10-01:2016-06-21 (T = 3058)

Variável dependente: l_BR20

	<i>Coefficiente</i>	<i>Erro Padrão</i>	<i>razão-t</i>	<i>p-valor</i>	
const	1,75086	0,0248192	70,5444	<0,0001	***
l_IBOV	0,827746	0,00247173	334,8853	<0,0001	***
Média var. dependente	10,05459	D.P. var. dependente		0,366080	
Soma resíd. quadrados	10,86757	E.P. da regressão		0,059633	
R-quadrado	0,973473	R-quadrado ajustado		0,973465	
F(1, 3056)	112148,2	P-valor(F)		0,000000	
Log da verossimilhança	4284,039	Critério de Akaike		-8564,077	
Critério de Schwarz	-8552,026	Critério Hannan-Quinn		-8559,747	
rô	0,978797	Durbin-Watson		0,042511	

Modelo 8: MQO, usando as observações 2004-10-01:2016-06-21 (T = 3058)

Variável dependente: l_BR20

	<i>Coefficiente</i>	<i>Erro Padrão</i>	<i>razão-t</i>	<i>p-valor</i>	
const	2,74087	0,0394085	69,5504	<0,0001	***
l_IBrX_100	0,814506	0,00438376	185,8010	<0,0001	***
Média var. dependente	10,05459	D.P. var. dependente		0,366080	
Soma resíd. quadrados	33,31708	E.P. da regressão		0,104414	
R-quadrado	0,918676	R-quadrado ajustado		0,918649	
F(1, 3056)	34521,99	P-valor(F)		0,000000	
Log da verossimilhança	2571,119	Critério de Akaike		-5138,239	
Critério de Schwarz	-5126,188	Critério Hannan-Quinn		-5133,908	
rô	0,993384	Durbin-Watson		0,014232	

(iii) **SEÇÃOD3: Coeficiente de inclinação (volatilidade) de cada período analisado**

VOLATILIDADE DOS PERÍODOS (INCLINAÇÃO)				
	IBOV x DJIA	IBrX 100 x DJIA	IBOV x S&P 500	IBrX 100 x S&P 500
1º Período	4,26311	4,52428	4,5434	4,84743
2º Período	2,78406	2,75188	2,32508	2,29754
3º Período	2,05107	1,94407	1,96534	1,8641
4º Período	-1,74221	-1,18896	-1,39025	-0,96029
5º Período	4,26311	4,52428	4,5434	3,84744

VOLATILIDADE DOS PERÍODOS (INCLINAÇÃO)				
	BR20 X DJIA	BR20 X S&P 500	BR20 X IBOV	BR20 x IBrX 100
1º Período	3,66475	3,93212	0,827746	0,814506
2º Período	2,63995	2,20196	0,827746	0,814506
3º Período	1,74659	1,67049	0,827746	0,814506
4º Período	-1,33044	-1,07544	0,827746	0,814506
5º Período	3,66475	3,93212	0,827746	0,814506

(iv) **SEÇÃO D4: Mecanismo de correção de erros**

Modelo 9: MQO, usando as observações 2004-10-04:2016-06-21 (T = 3057)
Variável dependente: ld_BR20

	<i>Coefficiente</i>	<i>Erro Padrão</i>	<i>razão-t</i>	<i>p-valor</i>	
const	-2,19003e-05	0,000219302	-0,0999	0,9205	
ld_IBOV	0,900125	0,0097135	92,6674	<0,0001	***
ERRObr20eibov_1	-0,0214276	0,00367861	-5,8249	<0,0001	***
Média var. dependente	0,000207	D.P. var. dependente	0,023690		
Soma resíd. quadrados	0,448945	E.P. da regressão	0,012124		
R-quadrado	0,738234	R-quadrado ajustado	0,738063		
F(2, 3054)	4306,462	P-valor(F)	0,000000		
Log da verossimilhança	9152,914	Critério de Akaike	-18299,83		
Critério de Schwarz	-18281,75	Critério Hannan-Quinn	-18293,33		
rô	-0,412128	Durbin-Watson	2,824076		

Modelo 10: MQO, usando as observações 2004-10-04:2016-06-21 (T = 3057)
Variável dependente: ld_BR20

	<i>Coefficiente</i>	<i>Erro Padrão</i>	<i>razão-t</i>	<i>p-valor</i>	
const	-0,000140182	0,000220127	-0,6368	0,5243	
ld_IBrX_100	0,933182	0,0101059	92,3407	<0,0001	***
ERRObr20eIbrx100_1	-0,00732332	0,00211045	-3,4700	0,0005	***
Média var. dependente	0,000207	D.P. var. dependente	0,023690		
Soma resíd. quadrados	0,452256	E.P. da regressão	0,012169		
R-quadrado	0,736304	R-quadrado ajustado	0,736131		
F(2, 3054)	4263,749	P-valor(F)	0,000000		
Log da verossimilhança	9141,681	Critério de Akaike	-18277,36		
Critério de Schwarz	-18259,29	Critério Hannan-Quinn	-18270,87		
rô	-0,447150	Durbin-Watson	2,894165		

Modelo 11: MQO, usando as observações 2004-10-04:2016-06-21 (T = 3057)

Variável dependente: ld_IBOV

	<i>Coefficiente</i>	<i>Erro Padrão</i>	<i>razão-t</i>	<i>p-valor</i>	
const	1,62178e-05	0,000324092	0,0500	0,9601	
ld_DJIA	1,2247	0,0288937	42,3865	<0,0001	***
erroIBOVeDJIA_1	-0,00461446	0,0017672	-2,6112	0,0091	***
Média var. dependente	0,000255	D.P. var. dependente		0,022580	
Soma resíd. quadrados	0,980327	E.P. da regressão		0,017916	
R-quadrado	0,370828	R-quadrado ajustado		0,370416	
F(2, 3054)	899,9986	P-valor(F)		5,3e-308	
Log da verossimilhança	7959,177	Critério de Akaike		-15912,35	
Critério de Schwarz	-15894,28	Critério Hannan-Quinn		-15905,86	
rô	-0,004968	Durbin-Watson		2,009489	

Modelo 12: MQO, usando as observações 2004-10-04:2016-06-21 (T = 3057)

Variável dependente: ld_BR20

	<i>Coefficiente</i>	<i>Erro Padrão</i>	<i>razão-t</i>	<i>p-valor</i>	
const	-0,000107949	0,000275764	-0,3915	0,6955	
ld_DJIA	1,61672	0,0245831	65,7655	<0,0001	***
erroBR20eDJIA_1	-0,00263415	0,00158283	-1,6642	0,0962	*
Média var. dependente	0,000207	D.P. var. dependente		0,023690	
Soma resíd. quadrados	0,709755	E.P. da regressão		0,015245	
R-quadrado	0,586164	R-quadrado ajustado		0,585893	
F(2, 3054)	2162,868	P-valor(F)		0,000000	
Log da verossimilhança	8452,830	Critério de Akaike		-16899,66	
Critério de Schwarz	-16881,58	Critério Hannan-Quinn		-16893,16	
rô	0,018945	Durbin-Watson		1,961801	

Modelo 13: MQO, usando as observações 2004-10-04:2016-06-21 (T = 3057)

Variável dependente: ld_IBrX100

	<i>Coefficiente</i>	<i>Erro Padrão</i>	<i>razão-t</i>	<i>p-valor</i>	
const	0,000142871	0,000313256	0,4561	0,6484	
ld_DJIA	1,17917	0,0279304	42,2182	<0,0001	***
erroIBrX100eDJIA_1	-0,00447205	0,00171189	-2,6123	0,0090	***
Média var. dependente	0,000373	D.P. var. dependente		0,021791	
Soma resíd. quadrados	0,915864	E.P. da regressão		0,017317	
R-quadrado	0,368886	R-quadrado ajustado		0,368473	
F(2, 3054)	892,5326	P-valor(F)		5,8e-306	
Log da verossimilhança	8063,143	Critério de Akaike		-16120,29	
Critério de Schwarz	-16102,21	Critério Hannan-Quinn		-16113,79	
rô	-0,002200	Durbin-Watson		2,004141	

Modelo 14: MQO, usando as observações 2004-10-04:2016-06-21 (T = 3057)

Variável dependente: ld_IBOV

	<i>Coeficiente</i>	<i>Erro Padrão</i>	<i>razão-t</i>	<i>p-valor</i>	
const	7,36751e-06	0,000319198	0,0231	0,9816	
ld_SP500	1,15787	0,0262474	44,1137	<0,0001	***
erroIBOVeSP500 _1	-0,00427297	0,00169689	-2,5181	0,0118	**
Média var. dependente	0,000255	D.P. var. dependente		0,022580	
Soma resíd. quadrados	0,950935	E.P. da regressão		0,017646	
R-quadrado	0,389691	R-quadrado ajustado		0,389292	
F(2, 3054)	975,0131	P-valor(F)		0,000000	
Log da verossimilhança	8005,705	Critério de Akaike		-16005,41	
Critério de Schwarz	-15987,33	Critério Hannan-Quinn		-15998,91	
rô	-0,014673	Durbin-Watson		2,028902	

Modelo 15: MQO, usando as observações 2004-10-04:2016-06-21 (T = 3057)

Variável dependente: ld_BR20

	<i>Coeficiente</i>	<i>Erro Padrão</i>	<i>razão-t</i>	<i>p-valor</i>	
const	-0,0001197	0,000265681	-0,4504	0,6525	
ld_SP500	1,52853	0,0218459	69,9691	<0,0001	***
erroBR20eSP500_1	-0,00217688	0,00150902	-1,4426	0,1492	
Média var. dependente	0,000207	D.P. var. dependente		0,023690	
Soma resíd. quadrados	0,658798	E.P. da regressão		0,014687	
R-quadrado	0,615876	R-quadrado ajustado		0,615624	
F(2, 3054)	2448,277	P-valor(F)		0,000000	
Log da verossimilhança	8566,709	Critério de Akaike		-17127,42	
Critério de Schwarz	-17109,34	Critério Hannan-Quinn		-17120,92	
rô	0,022120	Durbin-Watson		1,955476	

Modelo 16: MQO, usando as observações 2004-10-04:2016-06-21 (T = 3057)

Variável dependente: ld_IBrX100

	<i>Coeficiente</i>	<i>Erro Padrão</i>	<i>razão-t</i>	<i>p-valor</i>	
const	0,000133857	0,000308155	0,4344	0,6640	
ld_SP500	1,11714	0,025341	44,0841	<0,0001	***
erroIBrX100eSP500 _1	-0,0041151	0,0016339	-2,5186	0,0118	**
Média var. dependente	0,000373	D.P. var. dependente		0,021791	
Soma resíd. quadrados	0,886274	E.P. da regressão		0,017035	
R-quadrado	0,389276	R-quadrado ajustado		0,388876	
F(2, 3054)	973,3124	P-valor(F)		0,000000	
Log da verossimilhança	8113,341	Critério de Akaike		-16220,68	
Critério de Schwarz	-16202,61	Critério Hannan-Quinn		-16214,19	
rô	-0,013618	Durbin-Watson		2,026979	

APÊNDICE E – Resultados Completos e Auxiliares da decomposição ARIMA

Modelo 1: ARMA, usando as observações 2004-10-04:2016-06-21 (T = 3057)

Variável dependente: ld_DJIA

Erros padrão baseados na Hessiana

	<i>Coefficiente</i>	<i>Erro Padrão</i>	<i>z</i>	<i>p-valor</i>	
const	0,000194997	0,000173834	1,1217	0,2620	
phi_1	-0,0943052	0,0180851	-5,2145	<0,0001	***
phi_2	-0,0657237	0,0181127	-3,6286	0,0003	***
Média var. dependente	0,000195	D.P. var. dependente		0,011219	
Média de inovações	2,20e-08	D.P. das inovações		0,011149	
Log da verossimilhança	9407,900	Critério de Akaike		-18807,80	
Critério de Schwarz	-18783,70	Critério Hannan-Quinn		-18799,14	

	<i>Real</i>	<i>Imaginária</i>	<i>Módulo</i>	<i>Frequência</i>
AR				
Raiz 1	-0,7174	-3,8341	3,9007	-0,2794
Raiz 2	-0,7174	3,8341	3,9007	0,2794

Modelo 2: ARMA, usando as observações 2004-10-04:2016-06-21 (T = 3057)

Variável dependente: ld_S_P_500

Erros padrão baseados na Hessiana

	<i>Coefficiente</i>	<i>Erro Padrão</i>	<i>z</i>	<i>p-valor</i>	
const	0,000213839	0,000185933	1,1501	0,2501	
theta_1	-0,0921699	0,0180939	-5,0940	<0,0001	***
theta_2	-0,0574268	0,0184592	-3,1110	0,0019	***
Média var. dependente	0,000214	D.P. var. dependente		0,012162	
Média de inovações	1,55e-07	D.P. das inovações		0,012088	
Log da verossimilhança	9160,684	Critério de Akaike		-18313,37	
Critério de Schwarz	-18289,27	Critério Hannan-Quinn		-18304,71	

	<i>Real</i>	<i>Imaginária</i>	<i>Módulo</i>	<i>Frequência</i>
MA				
Raiz 1	3,4469	0,0000	3,4469	0,0000
Raiz 2	-5,0519	0,0000	5,0519	0,5000

Modelo 3: ARMA, usando as observações 2004-10-04:2016-06-21 (T = 3057)

Variável dependente: ld_BR20

Erros padrão baseados na Hessiana

	<i>Coefficiente</i>	<i>Erro Padrão</i>	<i>z</i>	<i>p-valor</i>	
const	0,000206931	0,000395153	0,5237	0,6005	
phi_1	-0,0190197	0,017426	-1,0915	0,2751	
phi_2	-0,0628352	0,0180053	-3,4898	0,0005	***
Média var. dependente	0,000207		D.P. var. dependente	0,023690	
Média de inovações	4,44e-07		D.P. das inovações	0,023635	
Log da verossimilhança	7110,795		Critério de Akaike	-14213,59	
Critério de Schwarz	-14189,49		Critério Hannan-Quinn	-14204,93	

	<i>Real</i>	<i>Imaginária</i>	<i>Módulo</i>	<i>Frequência</i>
AR				
Raiz 1	-0,1513	-3,9864	3,9893	-0,2560
Raiz 2	-0,1513	3,9864	3,9893	0,2560

Modelo 4: ARMA, usando as observações 2004-10-04:2016-06-21 (T = 3057)

Variável dependente: ld_IBOV

	<i>Coefficiente</i>	<i>Erro Padrão</i>	<i>z</i>	<i>p-valor</i>
const	0,000255018	0,000408391	0,6244	0,5323
Média var. dependente	0,000255		D.P. var. dependente	0,022580
Média de inovações	-1,74e-19		D.P. das inovações	0,022580
Log da verossimilhança	7250,946		Critério de Akaike	-14499,89
Critério de Schwarz	-14493,87		Critério Hannan-Quinn	-14497,73

Modelo 5: ARMA, usando as observações 2004-10-04:2016-06-21 (T = 3057)

Variável dependente: ld_IBrX_100

Erros padrão baseados na Hessiana

	<i>Coefficiente</i>	<i>Erro Padrão</i>	<i>z</i>	<i>p-valor</i>	
const	0,000373184	0,000431248	0,8654	0,3868	
phi_1	0,0899604	0,0179663	5,0072	<0,0001	***
Média var. dependente	0,000373		D.P. var. dependente	0,021791	
Média de inovações	-5,48e-07		D.P. das inovações	0,021699	
Log da verossimilhança	7372,042		Critério de Akaike	-14738,08	
Critério de Schwarz	-14720,01		Critério Hannan-Quinn	-14731,59	

	<i>Real</i>	<i>Imaginária</i>	<i>Módulo</i>	<i>Frequência</i>
AR				
Raiz 1	11,1160	0,0000	11,1160	0,0000

APÊNDICE F – Resultados Completos e Auxiliares da decomposição ARCH e GARCH

Modelo 1: GARCH, usando as observações 2004-10-04:2016-06-21 (T = 3057)

Variável dependente: erroARMA20DJIA

Erros padrão baseados na Hessiana

	<i>Coefficiente</i>	<i>Erro Padrão</i>	<i>z</i>	<i>p-valor</i>	
const	0,00043162	0,000134596	3,2068	0,0013	***
alpha(0)	2,76916e-06	4,73873e-07	5,8437	<0,0001	***
alpha(1)	0,0648882	0,0189078	3,4318	0,0006	***
alpha(2)	0,0740443	0,0232607	3,1832	0,0015	***
beta(1)	0,833222	0,0171624	48,5492	<0,0001	***
Média var. dependente	2,20e-08	D.P. var. dependente		0,011150	
Log da verossimilhança	10184,21	Critério de Akaike		-20356,43	
Critério de Schwarz	-20320,27	Critério Hannan-Quinn		-20343,43	

Modelo 2: GARCH, usando as observações 2004-10-04:2016-06-21 (T = 3057)

Variável dependente: erroARMA02sp500

Erros padrão baseados na Hessiana

	<i>Coefficiente</i>	<i>Erro Padrão</i>	<i>z</i>	<i>p-valor</i>	
const	0,000417842	0,000141579	2,9513	0,0032	***
alpha(0)	2,97746e-06	5,26767e-07	5,6523	<0,0001	***
alpha(1)	0,0579416	0,0178072	3,2538	0,0011	***
alpha(2)	0,0743435	0,0224601	3,3100	0,0009	***
beta(1)	0,840396	0,0168827	49,7785	<0,0001	***
Média var. dependente	1,55e-07	D.P. var. dependente		0,012090	
Log da verossimilhança	10001,72	Critério de Akaike		-19991,43	
Critério de Schwarz	-19955,28	Critério Hannan-Quinn		-19978,44	

Modelo 3: GARCH, usando as observações 2004-10-04:2016-06-21 (T = 3057)

Variável dependente: erroARMA20br20

Erros padrão baseados na Hessiana

	<i>Coefficiente</i>	<i>Erro Padrão</i>	<i>z</i>	<i>p-valor</i>	
const	0,000255447	0,000309932	0,8242	0,4098	
alpha(0)	6,99375e-06	1,75881e-06	3,9764	<0,0001	***
alpha(1)	0,0275513	0,0170767	1,6134	0,1067	
alpha(2)	0,0595062	0,0191915	3,1007	0,0019	***
beta(1)	0,897852	0,0119751	74,9765	<0,0001	***
Média var. dependente	4,44e-07	D.P. var. dependente		0,023639	
Log da verossimilhança	7738,410	Critério de Akaike		-15464,82	
Critério de Schwarz	-15428,67	Critério Hannan-Quinn		-15451,83	

Modelo 4: GARCH, usando as observações 2004-10-04:2016-06-21 (T = 3057)

Variável dependente: erroARMA00ibov

Erros padrão baseados na Hessiana

	<i>Coefficiente</i>	<i>Erro Padrão</i>	<i>z</i>	<i>p-valor</i>	
const	0,000324278	0,000320759	1,0110	0,3120	
alpha(0)	1,21635e-05	3,08049e-06	3,9486	<0,0001	***
alpha(1)	0,034726	0,0169052	2,0542	0,0400	**
alpha(2)	0,0659398	0,0200218	3,2934	0,0010	***
beta(1)	0,872447	0,0180141	48,4312	<0,0001	***
Média var. dependente	0,000000	D.P. var. dependente	0,022580		
Log da verossimilhança	7695,898	Critério de Akaike	-15379,80		
Critério de Schwarz	-15343,65	Critério Hannan-Quinn	-15366,81		

Modelo 5: GARCH, usando as observações 2004-10-04:2016-06-21 (T = 3057)

Variável dependente: erroARMA10ibrx

Erros padrão baseados na Hessiana

	<i>Coefficiente</i>	<i>Erro Padrão</i>	<i>z</i>	<i>p-valor</i>	
const	0,000303905	0,000294885	1,0306	0,3027	
alpha(0)	8,01612e-06	2,13337e-06	3,7575	0,0002	***
alpha(1)	0,0341167	0,0166086	2,0542	0,0400	**
alpha(2)	0,0653762	0,0197801	3,3051	0,0009	***
beta(1)	0,88193	0,015768	55,9315	<0,0001	***
Média var. dependente	-5,48e-07	D.P. var. dependente	0,021703		
Log da verossimilhança	7886,626	Critério de Akaike	-15761,25		
Critério de Schwarz	-15725,10	Critério Hannan-Quinn	-15748,26		